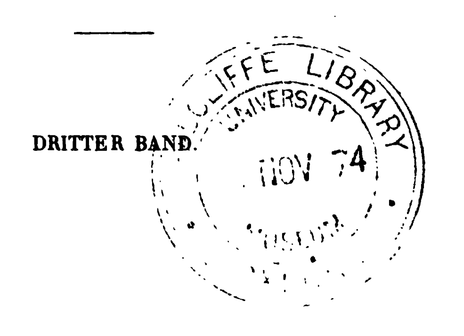


HANDBUCH

DER GESAMMTEN

AUGENHEILKUNDE.

DRITTER BAND.



HANDBUCH

DER GESAMMTEN

AUGENHEILKUNDE

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. ARLT IN WIEN, PROF. JUL. ARNOLD JUN. IN HEIDELBERG, PROF. AUBERT IN ROSTOCK, PROF. O. BECKER IN HEIDELBERG, PROF. FÖRSTER IN BRESLAU, PROF. ALFRED GRAEFE IN HALLE, PROF. HIRSCH IN BERLIN, PROF. IWANOFF IN KIEW, DR. LANDOLT IN UTRECHT, PROF. LEBER IN GÖTTINGEN, PROF. LEUCKART IN LEIPZIG, PROF. MANZ IN FREIBURG, PROF. MERKEL IN ROSTOCK, PROF. MICHEL IN ERLANGEN, PROF. NAGEL IN TÜBINGEN, PROF. SAEMISCH IN BONN, PROF. SCHIRMER IN GREIFSWALD, PROF. SCHMIDT IN MARBURG, DR. SNELLEN IN UTRECHT, PROF. SCHWALBE IN JENA, PROF. WALDEYER IN STRASSBURG, PROF. VON WECKER IN PARIS

REDIGIRT VON

PROF. **ALFRED GRAEFE** und PROF. **THEOD. SAEMISCH**
IN HALLE IN BONN.

DRITTER BAND.

PATHOLOGIE UND THERAPIE.

ERSTER THEIL.

MIT 106 FIGUREN IN HOLZSCHNITT UND 2 HOLZSCHNITTTAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1874.

Inhalt.

Capitel I.

Ophthalmometrologie.

Die Functionsprüfungen des Auges.

Von

Herman Snellen und **Edmund Landolt.**

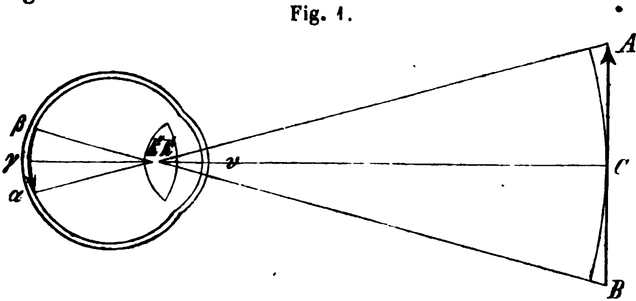
I. Eidoptometrie.

Bestimmung der Sehschärfe.

§ 1. **Definition.** Die Bestimmung der Sehschärfe besteht in der Bestimmung des kleinsten Winkels, worunter das Auge gegebene Objecte noch in ihrer Form zu erkennen vermag.

Diesen Winkel setzen wir, bei gleichen Distanzen, der Grösse des Objectes proportional, was für kleine genügend richtig ist. Für grössere Winkel ist die Grösse des Objectes als doppelte Tangente des halben Winkels in Rechnung zu bringen.

Fig. 1.



AB = Object.
k' erster Knotenpunct } des schematischen Auges.
k'' zweiter Knotenpunct } des schematischen Auges.
$\alpha\beta$ Retinalbild.
v = Sehwinkel.
$AB = 2\,Ck' \,.\, tg\,\frac{v}{2}$.

Die Grösse dieses kleinsten Sehwinkels hängt von 3 Bedingungen ab:

1) Von der Schärfe des Netzhautbildes.
2) Von der Grösse des Netzhautbildes.
3) Von der Perceptionsfähigkeit der Netzhaut.

1. Das Netzhautbild verdankt seine Schärfe der Durchsichtigkeit und Homogenität der verschiedenen brechenden Medien, und der Regelmässigkeit der Krümmung ihrer Begrenzungsflächen.
2. Die Grösse des Netzhautbildes kann, trotz des gleichen Winkels, in verschiedenen Augen verschieden sein, je nach dem dioptrischen Bau des Auges. Sie hängt nämlich nicht nur vom Sehwinkel, sondern auch von der Entfernung des zweiten Knotenpunctes von der Netzhaut ab. (Vergl. Fig. 1.)

$$\alpha\beta = 2\, k''\gamma . tg\, \frac{v}{2} .$$

Durch Accommodation, durch Brillengläser, mehr noch durch complicirte optische Systeme, verändert sich die Lage der Knotenpuncte, und damit auch die Grösse des Netzhautbildes.

Wir bestimmen die Sehschärfe auf so grossen Abstand, dass die Richtung der einfallenden Lichtstrahlen als parallel kann betrachtet werden, und Accommodation (für die Nähe) also ausgeschlossen bleibt. Ametropie wird dabei corrigirt.

Es muss demnach die Bestimmung der Sehschärfe mit der Bestimmung der Refraction Hand in Hand gehen, ein Postulat, das wir auch bei der Refractionsbestimmung wieder finden werden.

(Ueber den Einfluss der durch Brillgläser veränderten Lage der Knotenpuncte auf das Netzhautbild, vergl. § 6.)

Giraud Teulon[1]) machte den Vorschlag, bei der Prüfung der Sehschärfe die Refraction nicht zu corrigiren, sondern durch eine stenopaeische Oeffnung die Zerstreuungskreise zu eliminiren.

Auf diesem Wege aber erhält man nicht die natürliche Sehschärfe, weil gerade der Einfluss von Trübungen der brechenden Medien hier zum Theil ausgeschlossen, und die Beleuchtung durch die Kleinheit der Oeffnung beeinträchtigt wird.

Unter übrigens gleichen Umständen wächst die Sehschärfe mit der Grösse des Netzhautbildes, jedoch nicht proportional, weil die Perceptionsfähigkeit nicht gleichmässig über die ganze Netzhaut vertheilt ist, sondern von der *Fovea centralis* nach der Peripherie hin abnimmt.

3. Von der Perceptionsfähigkeit der Netzhaut hängt bei gleicher Schärfe und relativer Grösse des Bildes die erforderliche Kleinheit des Sehwinkels ab.

Retinalperception und Sehschärfe müssen von einander unterschieden werden. Letztere wird empirisch bestimmt. — Kennt man die Grösse des Netzhautbildes aus dem dioptrischen Bau, und seine Schärfe aus der objectiven Untersuchung der brechenden Medien, dann kann man daraus den Grad der Retinalperception ableiten.

Die Perceptionsfähigkeit wird beeinflusst von der Intensität der Beleuchtung. — Bei schwacher Beleuchtung nimmt sie proportional derselben zu.

Wir wählen zur Bestimmung der Sehschärfe, für practische Zwecke, das gewöhnliche Tageslicht, weil, trotz kleiner Veränderungen desselben, bei richtiger Adaptation des Auges, die Sehschärfe sich am constantesten erhält.

---

[1]) Giraud Teulon, Instruction pour l'emploie de l'échelle régulièrement progressive. Paris. 1868.

§ 2. **Mass der Sehschärfe.** Um den Sehwinkel in leicht vergleichbaren Massen auszudrücken, hat man seiner Bestimmung eine conventionelle Einheit zu Grunde zu legen. Dafür wird jetzt ziemlich allgemein angenommen ein Winkel von 5′, zum Erkennen von Buchstaben, deren Dicke $^1/_5$ ihrer Höhe beträgt. — Der Abstand *d*, in welchem solche Buchstaben noch deutlich erkannt werden, dividirt durch die Entfernung *D*, worauf sie unter einem Winkel von 5′ erscheinen, drückt dann die Sehschärfe (*V*, Visus) aus:

$$V = \frac{d}{D}.$$

Bei gleichem Abstande hängt die Grösse des Sehwinkels ab von der Dimension der Objecte. Der Visus ist also auch gleich der Grösse (*G*) einer Figur, welche in dieser Entfernung unter einem Winkel von 5′ erscheint, dividirt durch die Grösse (*g*) der in dem gegebenen Falle noch erkannten Figur:

$$V = \frac{G}{g}.$$

Wollte man die Sehschärfe ausschliesslich in einem bestimmten Abstande messen, so müsste man eine sehr grosse Anzahl von Probeobjecten besitzen. Es ist darum in der Regel rathsamer, sich der beiden Methoden gleichzeitig zu bedienen.

Erst untersucht man, welche Grösse von Buchstaben in einer bestimmten Entfernung noch erkannt wird und prüft hierauf noch genauer, welcher der allergrösste Abstand ist, in welchem letztere noch scharf gesehen werden.

Misst man z. B. die Sehschärfe auf 20′ Entfernung und findet in einem Falle, dass nur noch Buchstaben von Nr. XL, welche eigentlich eine Entfernung von 40′ forderten, gelesen werden, so untersuche man, ob dieselben nicht auch noch auf eine grössere Distanz erkannt werden. Würde letztere z. B. 22′ sein, dann wäre $V = \frac{22}{40}$.

Dasselbe gilt für die Nähe: Wenn auf 1′ Abstand Nr. 2 und Nr. $2^1/_2$ nicht mehr, wohl aber noch Nr. 3 gelesen wird, dann ist *V* wenigstens $^1/_3$, lässt sich aber die Distanz noch bis auf 13 Zoll vergrössern, dann wird $V = \frac{13}{36}$.

Durch den Einfluss der Beleuchtung, die Wirkung corrigirender Gläser, oder der Accommodation, möglicherweise auch durch verschiedene Deutlichkeit der einzelnen Probenummern kann sich eine Differenz bei den verschiedenen Sehprüfungen herausstellen. Für gewöhnlich ist es darum wünschenswerth, den Ausdruck für die Sehschärfe nicht zu reduciren, sondern für *D* und *d* die wirklich gefundenen Zahlen einzusetzen.

Der Winkel von 5′, welcher Snellens Test-Types als Massstab zu Grunde liegt, ist willkürlich angenommen. Er ergiebt nicht die mittlere Sehschärfe. Diese ist überhaupt nicht mit Sicherheit zu bestimmen, weil sie von zu vielen Momenten beeinflusst wird. Ebenso wenig könnte man die grösstmögliche Sehschärfe als Einheit annehmen, weil auch diese sich nie mit absoluter Sicherheit feststellen lässt. — Der Winkel von 5′ repräsentirt ungefähr die mittlere Sehschärfe, wenn man bei statistischer Untersuchung auch ältere Augen mitrechnet; er bildet aber keineswegs das Maximum des normalen Sehens, indem sehr viele, besonders junge Augen eine grössere Sehschärfe besitzen.

Vierordt[1]) möchte eine andere Ausdrucksweise für die Sehschärfe wählen, da, wie er sagt, die Sehschärfen sich umgekehrt verhalten, wie die Quadrate der Netzhautbilder, und nicht wie deren einfache Durchmesser. Er will also anstatt von $V = 1/3$ oder $1/4$, von $V = 1/9$ oder $1/16$ sprechen. Es scheint uns, dass diese Veränderung in der That keinen Vortheil hat, und wir ziehen die einfachere Ausdrucksweise vor[2]), wie denn auch überall bei allen optischen Instrumenten die Grösse der Bilder in linearem Masse ausgedrückt wird.

§ 3. **Probeobjecte zur Bestimmung der Sehschärfe.** Die zur Bestimmung der Sehschärfe erforderlichen Figuren sollen der Art sein, dass zu ihrer Erkennung einzelne Puncte als von einander getrennt müssen unterschieden werden.

Die Wahrnehmung eines einzigen Punctes ist ganz abhängig von der Lichtstärke, denn bei genügender Beleuchtung wird auch das allerkleinste Object noch erkannt. Mit einem einzelnen Puncte prüft man also nur den Lichtsinn des betreffenden Retinaltheiles, aber durchaus nicht die Sehschärfe, den Formsinn des Auges.

Die erste richtige Darstellung dieser Verhältnisse giebt Hooke, welcher bei verschiedenen Personen den Winkel zu bestimmen suchte, unter welchem 2 Sterne noch getrennt erkannt werden. — Hueck that dasselbe mit schwarzen Punkten auf weissem Papier; Aubert mit Quadraten, weiss auf schwarz und schwarz auf weiss; Tob. Mayer, Th. Weber, Bergmann mit parallelen Linien; Volkmann mit Spinnwebfäden; Helmholtz mit einem Stabgitter[3]).

Nach der Berechnung wird im schematischen Auge der Durchmesser eines Netzhautbildes bei einem Sehwinkel von 1′ ungefähr 0,004 Mm. Da der Durchmesser der Zapfen an ihrer Basis ungefähr 0,003 Mm. beträgt, so nahm man an, dass die Zapfen die percipirenden Elemente seien. — Volkmann machte (1863) dagegen den Einwand, dass von dem Abstande zweier Punkte die Breite der Diffusionsbilder abgezogen werden müsse, und dass also der Abstand zwischen zwei Punkten viel grösser sein müsste, wenn er dem Abstande zweier Zapfen entsprechen sollte.

Hensen stellte die Theorie auf, dass nicht die Zapfen selbst, sondern die Zapfenaussenglieder die percipirenden Elemente seien. Diese haben einen geringeren Durchmesser als die Innenglieder. — An der Grenzfläche ist nach Messungen von Max Schultze der Durchmesser = 0,001 Mm., welche Dimension selbst den Anforderungen Volkmann's Genüge leisten könnte.

Nach Untersuchungen von Hirschmann (1867) auf Anregung von Helmholtz, erreicht man unter den günstigsten Bedingungen einen Gesichtswinkel von ungefähr 50″.

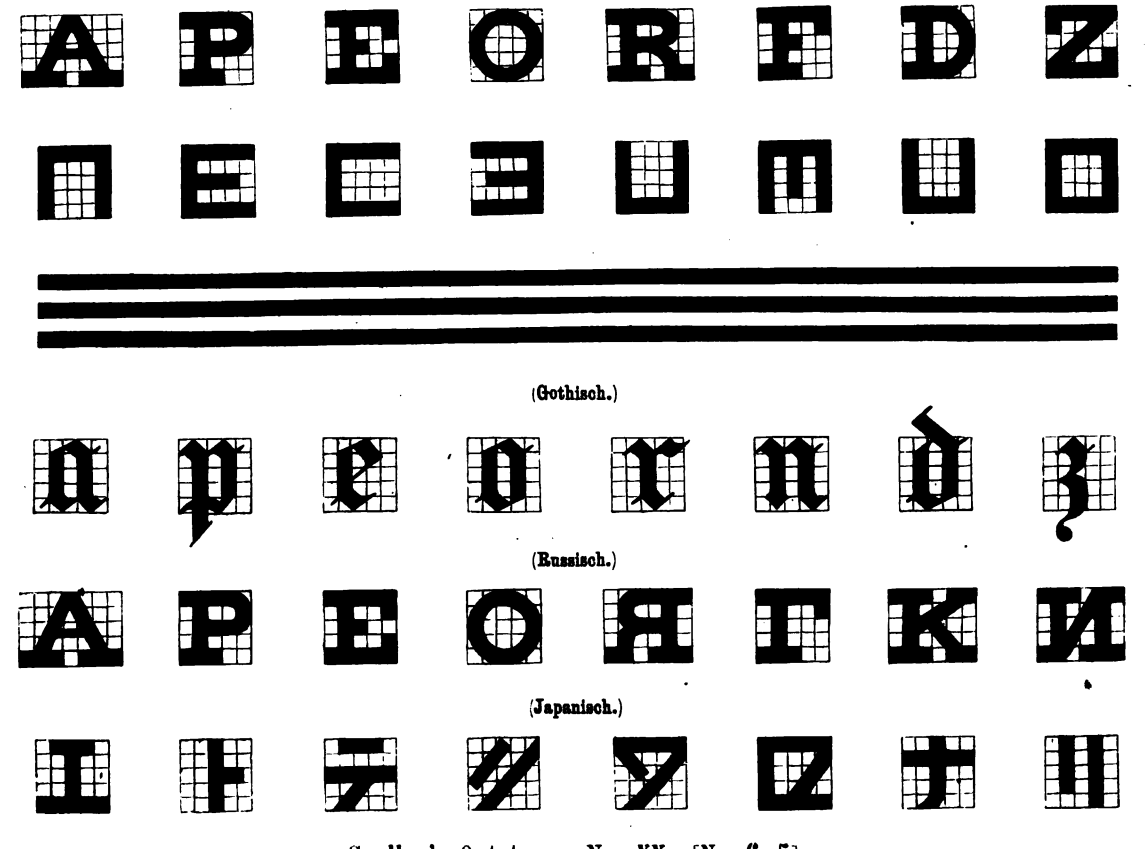
§ 4. **Die Sehproben im Speciellen.** Der practische Gebrauch erfordert Figuren, welche leicht beschrieben oder benannt werden können. — Einigermassen complicirte Figuren verdienen den Vorzug vor Gruppen von Punkten, weil sie von Differenzen der Beleuchtung weniger leicht beeinflusst werden als diese. Ausserdem bildet bei complicirten Figuren das Verwechseln mit ähnlichen Figuren einen Uebergang vom deutlichen Erkennen zum Nichterkennen, während bei der Unterscheidung von zwei getrennten Punkten fehlerhafte Angaben keinen Massstab für den Grad des Undeutlichsehens abgeben.

Buchstaben sind sehr zweckmässige Objecte, weil sie bei der erforderlichen Verschiedenheit dennoch genügende Uebereinstimmung in Form und Deutlichkeit besitzen. Es ist wünschenswerth, eine bestimmte Form von Buchstaben als

---

1) K. Vierordt, Arch. f. Ophth. IX. I. pag. 163. — Ibid. IX. III. p. 219.
2) F. C. Donders, Arch. f. Ophth. IX. II. pag. 220.
3) Helmholtz, Physiolog. Optik. pag. 218.

Zu pag. 5.



Snellen's Optotypen No. XX. [No. 6, 5].

Probeobject festzustellen. Als solche enthalten SNELLEN's Test-Types die quadratischen, grossen lateinischen Lettern, deren Linien und Interlinien, so weit möglich, $^1/_5$ der Höhe betragen. Zur Bestimmung der Sehschärfe auf Abstand dient eine Tafel von Buchstaben von sieben verschiedenen Grössen, deren Nummern jeweilen die Distanz, in welcher die betreffenden Buchstaben unter einem Winkel von 5′ erscheinen, in Par. Fuss angeben. Allerdings stösst man dabei in der Praxis auf die Schwierigkeit, dass nicht alle Patienten lesen können. Für diesen Fall bilden Buchstaben keine leicht zu beschreibenden Objecte, und man bedient sich dann lieber der beigegebenen einfachen quadratischen Figuren. Kinder oder unentwickelte und nicht beredte Personen brauchen hierbei nur mit der Hand anzudeuten, nach welcher Seite die Figur offen ist.

Dergleichen Figuren sind in ihrer Deutlichkeit den Buchstaben gleich, wenn die Interlinien ebenfalls $^1/_5$ der Höhe betragen. In der englischen Ausgabe dagegen haben diese $^3/_5$ der Höhe und sind darum allerdings leichter zu erkennen als Buchstaben, aber ihre grössere Deutlichkeit kommt in diesen Fällen der mangelhaften Verstandesentwickelung zu Hülfe.

In Deutschland kommt es häufig vor, dass lateinische Buchstaben nicht, dagegen wohl gothische gelesen werden. — Die deutsche Ausgabe enthält darum eine übereinstimmende Tafel mit gothischen Lettern.

Die complicirteren gothischen Buchstaben sind verhältnissmässig weniger deutlich, als die lateinischen Normalbuchstaben. Man muss also bei vergleichenden Untersuchungen immer dieselbe Probetafel gebrauchen und bei genauen Sehprüfungen jeweilen angeben, mit welchen Buchstaben sie vorgenommen worden sind.

Zusammenhängende Leseproben lassen sich nicht direct vergleichen mit einzeln stehenden Buchstaben. Einerseits werden die Leseproben auf verhältnissmässig grossen Abstand gesehen, weil etwas gebildete Patienten die schwierigeren Buchstaben aus ihrer Verbindung mit den anderen errathen können; andererseits sind sie aber auch schwieriger zu erkennen, weil die Buchstaben näher an einander stehen, und weil bei den einzelnstehenden Lettern die weniger passenden weggelassen sind.

Sind nun auch die Leseproben weniger geeignet zur Bestimmung der Sehschärfe, so sind sie doch für die Praxis unerlässlich. Im gewöhnlichen Leben bildet das Lesen gerade die allgemeinste Anwendung der Sehschärfe, und es richten sich danach auch die Anforderungen, die man an den Patienten bei der Correction seiner Adaptationsstörungen stellt. Deshalb genügen die aus Initialen bestehenden Leseproben allein nicht, sondern man braucht ausserdem noch die gewöhnliche, allgemein gebräuchliche Druckschrift.

Wir finden ferner in SNELLEN's Test-Types eine Tafel mit runden Tüpfeln, deren Durchmesser ihrem gegenseitigen Abstande gleich ist. Sie sind nach dem Entwurf von LONGMORE der englischen Ausgabe beigegeben, behufs Sehprüfungen der englischen Armee, bei welcher als Mass der Sehschärfe das Erkennen runder Scheiben, unter einem Winkel von wenigstens sechs Minuten estgesetzt ist. Gerade wie das Lesen für das bürgerliche Leben, so bildet für das Militär das Erkennen von Scheiben das Mass der erforderlichen Sehschärfe.

Die nach den 3 verschiedenen Methoden erhaltenen Grade der Sehschärfe: 1) Mit den grossen quadratischen, einzeln stehenden Buchstaben; 2) Mit gewöhnlichen Lesedruckproben; 3) Mit Tüpfeln oder Scheiben, lassen sich jedoch nur bis zu einem gewissen Grade unter einander vergleichen, ohne dass man mit mathematischer Genauigkeit von den Resultaten der einen auf die der andern schliessen dürfte.

Hätte man auch mit grösster Genauigkeit bestimmt, wie sich die unter gleichen Bedingungen, nach den drei verschiedenen Methoden gemessenen Gesichtswinkel für das gesunde Auge unter einander verhalten, so könnte man keineswegs daraus schliessen, dass unter anderen Bedingungen (verschiedener absoluter oder relativer Lichtstärke, verschiedenen Krankheiten des Auges, verschiedener Verstandesentwickelung der Individuen) diese Verhältnisse der Sehschärfe dieselben bleiben.

Wir können denen nicht beipflichten, welche verlangen, dass man als Grundlage zur Vergleichung der verschiedenen Proben den Abstand annehmen solle, worauf das normale Auge dieselben erkennen muss, weil, wie oben erwähnt, eine solche Normaldistanz sich überhaupt mit vollkommener Sicherheit gar nicht feststellen lässt. Dagegen scheint es uns wünschenswerth, dem Ausdruck der Sehschärfe den conventionellen Sehwinkel zu Grunde zu legen.

Leseproben wurden in den Jahren 1854 durch Alfred Smee[1]) entworfen. Die verbreitetsten sind jedenfalls die von Ed. Jaeger, welche derselbe zuerst im Jahre 1854 unter dem Titel »Schrift-Scalen« herausgab. Diese zeichnen sich aus durch Vollständigkeit in Bezug auf verschiedene Grössen, durch Feinheit der Ausführung und Uebereinstimmung in der Form der Buchstaben der verschiedenen Nummern. Nur die grossen Buchstaben (Nr. 19—24 der lateinischen Lettern) machen davon eine Ausnahme. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Lettern sind hier nämlich verhältnissmässig enger, als bei den kleinen Nummern. — Ein Mangel dieser Schriftscalen ist der, dass dabei nicht angegeben ist, in welchem Abstande dieselben unter einem bestimmten Winkel erscheinen. Bei ihrer Anwendung ist es unerlässlich, diesen Abstand über jedem Numero zu bemerken. Diese Zahlen sind nach der 4ten Ausgabe von Snellen's Probebuchstaben folgende:

Für	Jäger	Nr.	1	mit	einem	Durchmesser	v.	0.2	Par.	Linien	=	1	Par.	Fuss	od.	ca.	0.325	Meter.
„	„	„	2	„	„	„	„	0.45	„	„	„	2	„	„	„	„	0.65	„
„	„	„	7	„	„	„	„	0.6	„	„	„	3	„	„	„	„	0.975	„
„	„	„	11	„	„	„	„	0.85	„	„	„	4	„	„	„	„	1.3	„
„	„	„	13	„	„	„	„	1.15	„	„	„	5	„	„	„	„	1.6	„
„	„	„	14	„	„	„	„	1.5	„	„	„	7	„	„	„	„	2.3	„
„	„	„	18	„	„	„	„	3.75	„	„	„	17	„	„	„	„	5.5	„
„	„	„	19	„	„	„	„	5.3	„	„	„	27	„	„	„	„	8.8	„
„	„	„	20	„	„	„	„	8.	„	„	„	37	„	„	„	„	12.	„

Giraud-Teulon hat Letterproben angegeben, denen er nur die Dicke der Linien als Mass zu Grunde legt und zwar so, dass auf die bestimmte Distanz das

---

1) Alfred Smee, The eye in health and disease. London 1854. p. 70.

Netzhautbild 0,005 Mm. betragen muss. Die Höhen der Buchstaben stehen bei den verschiedenen Nummern weder unter einander, noch mit der Dicke der Linien in einem constanten Verhältnisse, sodass sie mit Unrecht den Titel führen: »Echelle régulièrement progressive.« Einen besonderen Vorzug haben sie vor den anderen oben besprochenen Leseproben nicht.

Es ist wirklich zu bedauern, dass man bei der Bestimmung der Sehschärfe nicht mehr Rücksicht auf die Gleichheit des Massstabes genommen hat. Während man für Münze, Gewicht und Mass energisch nach Einheit strebt, scheint man auf unserem Gebiete umgekehrt den Massstab so mannigfaltig als möglich machen zu wollen.

Boettcher hat deutsche Leseproben mit gothischen Buchstaben herausgegeben, die um so mehr mit Snellen's Probebuchstaben übereinstimmen, als sie bei demselben Herausgeber mit denselben Typen gedruckt sind. Er giebt ausserdem eine Serie von Gruppen an, bestehend aus 3, 4 bis 5 schwarzen Vierecken von verschiedener Grösse und verschiedenem gegenseitigen Abstande.

Gleichmässiger, besser ausgeführt und unter sich mehr vergleichbar sind die Gruppen schwarzer Tüpfel von Burchardt, denen er den Titel: »Internationale Sehproben« beilegt. — Zur Sehprüfung für militärische Zwecke sind sie wohl zu empfehlen; auch eignen sie sich für wissenschaftliche Untersuchungen. Im practischen Leben stehen sie den Buchstaben darum nach, weil bei ihrer Anwendung die Angaben schwieriger zu controlliren sind. — Kinder und Unentwickelte, die nicht lesen können, haben grosse Mühe, 4 bis 8 Punkte schnell zu zählen. Jedenfalls sind, wie schon oben bemerkt, Leseproben für die Praxis unentbehrlich, und dann scheint es uns, dass diese mit Snellen's grossen Probebuchstaben leichter zu vergleichen sind, als mit Tüpfeln.

Dr. John Green von St. Louis legt grossen Werth darauf, dass die verschiedenen Nummern der Probebuchstaben in bestimmtem Grössenverhältnisse zu einander stehen, also unter sich eine arithmetische Reihe bilden. Als Factor schlägt er vor $\sqrt[3]{0.5} = 0.795$. Er giebt dann folgende Serie:

Exacte Serie.	Approximative Serie.	Exacte Serie.	Approximative Serie.
200	200	12,5	12,5
159	160	9,9	10
126,4	126	7,87	8
100	100	6,25	6,25
79,5	80	4,96	5
63,2	64	3,93	4
50,0	50	3,125	3,125
39,7	40	2,48	2,5
31,5	32	1,96	2
25	25	1,56	1,56
19,8	20	1,24	1,25
15,75	16	0,98	1.

Seine Anschauung ist an und für sich wohl richtig, und eine solche Reihe wäre von höchster Bedeutung, wenn man gehalten wäre, alle Sehprüfungen auf ein und dieselbe Entfernung vorzunehmen. Durch Veränderung des Abstandes kann man aber auch in nicht ganz regelmässigen Serien die Lücken leicht aus-

füllen. In Snellen's Test-Types sind solche Zahlen gewählt, deren Verhältnisse einfache Zahlen bilden. Wenn z. B. Nr. CC auf 20 Fuss gesehen wird, sieht man Nr. LXX auf 7 Fuss etc.

Green will auch an Stelle der mehr complicirten Buchstaben, der sogenannten Blockletters (Antique-Egyptienne) „E" die einfacheren, sogenannten Grotesque Buchstaben „E" einführen und um mehr Gleichheit unter denselben zu erreichen, lässt er die schwierigeren: A, B, K, M, N, R, S, V, W, X, Y, Z weg, und beschränkt sich auf die Buchstaben: C, D, E, F, G, H, I, J, L, O, P, Q, T, U.

Wir ziehen die Blockletteru vor, gerade weil ihre complicirte Form die Ursache von Verwechselung werden kann, welche, wie wir sahen, einen Anhaltspunkt für den Grad und die Art der mangelhaften Sehschärfe abgiebt. — So werden z. B. bei regelmässigem Astigmatismus die complicirten Buchstaben mit so constanten Fehlern benannt, dass man häufig gerade daraus auf das Bestehen von Astigmatismus schliessen kann. Wir können ebensowenig der Idee beipflichten, alle schwieriger erkennbaren Buchstaben wegzulassen. Sie sind uns gerade erwünscht, weil sie den Uebergang vermitteln zu den nächstfolgenden kleineren Proben. Wenn die leichtern Buchstaben wohl, aber die schweren nicht mehr erkannt werden, dann weiss man schätzungsweise, dass der Zähler von dem Bruche $\frac{d}{D}$ etwas kleiner muss angenommen werden. Einzelne Buchstaben, die allzuschwer erkannt werden, sind allerdings auch in den Test-Types weggelassen.

§ 5. **Diagnose von Simulation und Aggravation.** Das Verhältniss zwischen den mit verschiedenen Nummern gefundenen Sehschärfen muss unter sonst gleichen Umständen (Beleuchtung, Adaptation etc.) annähernd dasselbe bleiben. — Dies giebt uns ein Mittel an die Hand, um Unrichtigkeiten in den Angaben erkennen zu können. Es kommt häufig vor, zumal bei Militärdienstpflichtigen, aber auch, wo man es weniger vermuthen sollte, bei Schulkindern und jungen Damen, dass herabgesetzte Sehschärfe vorgetäuscht wird. Selten wird dieser Betrug so geschickt ausgeführt, dass für verschiedene Abstände proportionale Verhältnisse der Sehschärfe angegeben würden.

Ist man an der Grenze der Sehschärfe angelangt, so entstehen constante Fehler in der Benennung der schwierigeren Buchstaben. Der Simulant dagegen giebt häufig an, die kleineren Buchstaben überhaupt nicht mehr zu erkennen, oder er macht ganz unmögliche Verwechselungen.

Wenn wirklich eine Verminderung der Sehschärfe besteht, so müssen kleine Buchstaben oder Figuren, welche in der Nähe kaum mehr erkannt werden, mit Hülfe positiver Gläser näher, d. h. unter grösserem Winkel, also deutlicher gesehen werden. Ebenso untersuche man den Einfluss von Gläsern beim Sehen in die Ferne. Der Simulant giebt mit Gläsern ganz unverhältnissmässige Verbesserung oder Verschlechterung seiner Sehschärfe an; sieht man doch häufig genug die Sehkraft unter einem Planglase, oder durch die Combination eines concaven und eines convexen Glases von gleicher Stärke sich bedeutend steigern.

Schwieriger ist Simulation zu entdecken, wenn vollkommene Amaurose eines Auges vorgegeben wird. Bei wirklicher Amaurose ist die Beweglichkeit der Pupille ganz, oder doch beträchtlich vermindert. Jedoch giebt es auch hier Ausnahmen. — Von mehr Gewicht dagegen ist die Bewegung der Pupille des gesunden Auges, bei abwechselndem Verdecken und Beleuchten des angeblich blinden Auges.

Als medicinische Kriegslist zum Fang des Simulanten räth Kugel, die Augen mit farbigen Gläsern zu bedecken, beide von gleicher Farbe, aber das gesunde Auge mit einem so dunkeln, dass dadurch wenig mehr kann gesehen werden.

Zweckmässiger ist dafür das von v. Gräfe angegebene Mittel, vor das normale Auge ein Prisma zu halten mit nach oben oder nach unten gerichteter brechender Kante. Da man sich hierbei allein mit dem gesunden Auge zu beschäftigen scheint, giebt der Simulant nicht nur Doppelbilder an, sondern er beschreibt sogar häufig noch die Schärfe des Bildes seines angeblich blinden Auges.

Mehr objectiv ist die Untersuchung mit Hülfe des Dranges zum Einfachsehen: Man lasse ein nahes Object fest fixiren und bringe plötzlich ein Prisma, die brechende Kante nach innen, vor das blind genannte Auge. Wenn dies Auge sieht, so wird es aus Neigung einfach zu sehen, unwillkürlich mehr convergiren.

Mit Hülfe dieser Methoden lässt sich wohl in allen Fällen sicherstellen, ob Betrug bestehe oder nicht; beachtenswerth aber ist, dass häufig da simulirt wird, wo wirklich auch ein Mangel der Sehkraft bis zu einem gewissen Grade vorhanden ist. Die Simulation ist in diesen Fällen also Aggravation. — Unter solchen Verhältnissen wird es schwierig, den wirklichen Grad des Leidens zu constatiren. Um so nothwendiger ist es dabei, die Augen sowohl ophthalmoscopisch, als in Bezug auf ihre gegenseitige Stellung und Bewegung genau zu untersuchen.

Es kommt auch das Umgekehrte vor, nämlich dass ein Defect der Sehschärfe geleugnet und verheimlicht wird. Betrug ist hier leicht zu entdecken, sobald man sich überzeugt, dass die Buchstaben nicht auswendig hergesagt, oder mit dem anderen, gesunden Auge gelesen werden.

Eine allgemeinere Erscheinung ist es, eine grössere Sehschärfe zu finden bei Patienten, welche wiederholt mit denselben Leseproben untersucht werden. Es ist selbst für gebildete Leute nicht leicht, genau die Grenze des Deutlichsehens anzugeben, wenn sie die Probestücke schon kennen, und ist darum eine Abwechselung mit den gewöhnlichen Buchstaben oder Figuren bei der Untersuchung dringend geboten.

Auch bei der Prüfung auf Lichtperception giebt häufig genug die Phantasie des Patienten zu Täuschungen Veranlassung.

Das Erkennen eines Objectes durch Geräusch oder durch die Bewegung der Luft wird mit Sehen verwechselt; ebenso kann hierbei die Wärme eine Rolle spielen, wenn man nämlich das Bestehen von Lichtempfindung dadurch constatirt, dass man eine Lampe nahe an's Auge bringt. Es ist darum rathsamer, das Licht durch Reflex (z. B. mit dem Augenspiegel) in das Auge zu werfen. Ist noch Lichtperception vorhanden, so handelt es sich darum, zu constatiren, ob in allen Richtungen Licht empfunden und ob auch für das peripherische Sehen die Richtung genau angegeben werde.

§ 6. **Der Einfluss von Hülfslinsen auf die Sehschärfe.** Da wir aus oben (§ 1) angegebenen Gründen unsere Visusprüfungen immer auf einen bestimmten, grossen Abstand vornehmen, so sind wir genöthigt, die Refractionsanomalien der zu untersuchenden Augen zu corrigiren. Es entsteht hier die Frage: Kommt das ametropische Auge durch die Correction seiner Ametropie nun dem emmetropischen in jeder Hinsicht gleich? oder hat die Correction, ausser der Vereinigung der Lichtstrahlen auf der Netzhaut, noch einen weiteren Einfluss auf die Sehschärfe?

Da unsere Kenntnisse vom feineren Bau, wie von der Physiologie der Retina überhaupt, und von der des ametropischen Auges im Speciellen noch viel zu ungenügend sind, so können wir auf diese Frage nur mit der Berechnung der Grösse der Bilder antworten, welche diese Augen mit Hülfe ihrer Correction auf der Netzhaut erhalten [1].

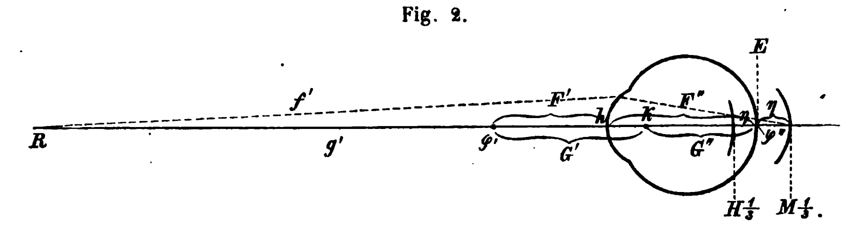
Ob die Sehschärfe diesen Retinalbildern proportional zu- oder abnimmt, liesse sich vor der Hand nur empirisch bestimmen, wobei man dann immer noch festzustellen hätte, ob die Ametropie auf Veränderung der Axenlänge, oder auf Zunahme der Brechkraft beruhe.

Bekanntlich verhalten sich die Retinalbilder für gleiche Sehwinkel zu einander, wie die Entfernungen des zweiten Knotenpunktes von der Netzhaut.

Wir müssen also zur Berechnung ihrer Grösse vor Allem die Lage des zweiten Knotenpunktes kennen.

Um die Sache einfacher und deutlicher zu machen, legen wir den folgenden Betrachtungen das Listing- [2] Donders'sche [3] Auge zu Grunde, welches nur eine

Fig. 2.



brechende Fläche h, und nur einen Knotenpunkt k in deren Krümmungscentrum besitzt. Der Krümmungsradius ist 5 Mm. Ist dies schematische Auge e m m e t r o p i s c h, d. h. vereinigt es parallel auffallende Strahlen auf seiner Netzhaut, dann hat es eine Länge von 20 Mm. — Die Entfernung $h\,\varphi''$ der vereinigten Haupt-

---

1) Man hat zur Lösung unserer Frage die Vertheilung der Zapfen und Stäbchen der Retina im emmetropischen und ametropischen Auge zu Hülfe nehmen wollen. Wir wissen aber noch nicht, welche Rolle die Stäbchen und Zapfen im Sehacte spielen; ferner haben wir auch nicht die entfernteste Kenntniss davon, wie sich ihre Zahl, Grösse, Stellung, Structur etc. im ametropischen Auge zu der des emmetropischen verhält. Wüssten wir es aber, so wäre uns damit nicht sehr viel gedient, indem die Feinheit des Sehens wahrscheinlich mehr von der Zahl der Nervenendigungen und Leitungen, als von der der Stäbchen abhängt.

2) Listing, Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. IV. p. 493.

3) Donders, Refractionsanimalien. p. 149—151.

ebene, die wir die Cornea des reducirten Auges nennen können, von der Retina, die zweite Brennweite F'', ist also = 20 Mm.

Die erste Brennweite, von der Cornea bis zu dem vorderen Brennpunkte (φ') $= F'$ ist = 15 Mm.

Die Entfernung vom Knotenpunkt zur Retina, G'' ist = 15 Mm. also $= F'$; von der Retina zum ersten Brennpunkt $G' = 20$ Mm. $= F''$.

Der Brechungsexponent des Auges n'' ist $= 4/3$, der der Luft, $n' = 1$ gesetzt.

Nehmen wir als Beispiel erst ein myopisches Auge, und zwar ein Auge dessen Myopie durch Bulbusverlängerung zu Stande kommt.

Das dioptrische System dieses Auges ist also vollkommen gleich dem des emmetropischen, also auch die Lage der Cardinalpunkte zum System, dagegen ist die Retina weiter abgerückt.

Die Verlängerung der Axe berechnet sich auf einfache Weise:

Nennen wir in dem durch Axenverlängerung ametropischen Auge die vordere Brennweite, d. h. die Entfernung seines Fernpunktes R, von der Cornea $= f'$;

seine hintere Brennweite, d. h. seine Bulbuslänge $= f''$, dann gilt für letztere Grösse einfach die Formel, nach welcher man den Ort des Bildes berechnet für ein im Fernpunkt des ametropischen Auges stehendes Object, denn dies Bild fällt in diesem Falle auf die Retina.

Es ist also:

$$f'' = \frac{f' \cdot F''}{f' - F'} \quad (1)$$

[1]

Ziehen wir davon 5 Mm. ab, so haben wir die Entfernung des Knotenpunktes von der Retina (g'') im ametropischen Auge.

Man kann diese Grösse aber auch direct berechnen, wenn man nämlich die in obiger Formel enthaltenen Werthe statt von der Cornea (h) vom Knotenpunkte k an rechnet und substituirt. Es werden natürlich alle Entfernungen vom Knotenpunkte zum ersten Brennpunkte um 5 Mm. grösser, vom Knotenpunkte zum zweiten Brennpunkte um 5 Mm. kleiner, als von der Cornea an gerechnet, also, wie wir oben gesehen:

$$G' = F' + 5 = 20 \text{ Mm.}$$
$$G'' = F'' - 5 = 15 \text{ Mm.}$$
$$g' = f' + 5 \text{ Mm.}$$
$$g'' = f'' - 5 \text{ Mm.}$$

Für dies g'' erhalten wir nun folgende Formel:

$$g'' = \frac{G'' \cdot g'}{g' - G'} \quad (2)$$

[1]

Endlich lässt sich die Axenlänge des reducirten ametropischen Auges noch auf eine dritte Weise finden; indem man nämlich die Grösse $f'' - F''$ ($= g'' - G''$) berechnet, um welche das ametropische Auge länger oder kürzer ist, als das emmetropische. Nennen wir diese Differenz $= \eta$.

In Formel 1) ist $f' - F' =$ der Brennweite einer in φ', dem vorderen Brennpunkte, stehenden Correctionslinse, denn diese hat denselben Effect, wie ein Object, das im Fernpunkt steht: Sie giebt parallelen Strahlen die Richtung, als kämen sie — für das Auge betrachtet — aus einer Entfernung f'; von φ' aus, also aus einer Enfernung $f' - F'$.

1) Deduction der Formel vide Helmholtz physiol. Optik. p. 42 u. f. oder Donders Refr. anom. p. 38 u. ff.

Nennen wir die Brennweite der Hülfslinse in $\varphi' = F$, so ist

$$F = f' - F'$$
$$f' = F' + F.$$

Dies in 1) substituirt giebt:

$$f'' = \frac{F''.\,(F'+F)}{F}$$

$$f'' = F'' + \frac{F''.F'}{F}$$

$$\text{also } f'' - F'' = \frac{F''.F'}{F} = \eta.$$

$$\text{Nun ist } F''.F' = 300 \text{ Mm.}$$

$$\text{also } \eta = \frac{300}{F} \quad 3)$$ [1]

oder wenn wir an Stelle der Brennweite des Correctionsglases die Entfernung g' des Fernpunktes des ametropischen Auges von seinem Knotenpunkte in Mm. ausgedrückt setzen wollen:

$$\begin{cases} \text{bei Myopie } \eta = \dfrac{300}{g' - 20} \\ \text{bei Hypermetropie } \eta = \dfrac{300}{g' + 20} \end{cases} \quad 4)$$

Dies η haben wir bei Myopie zu der Länge des emmetropischen Auges (20 Mm.) zu addiren, bei Hypermetropie davon zu subtrahiren.

Wünscht man nicht die Länge der Axe f'', sondern die Entfernung von Knotenpunkt und Retina g'' im ametropischen Auge kennen zu lernen, so addirt man bei Myopie η zu 15 Mm., der entsprechenden Entfernung im emmetropischen Auge, oder subtrahirt es davon bei Hypermetropie.

Wir sehen aus obigen Formeln 3) und 4), dass die Verlängerung des Bulbus bei einem bestimmten Grade von Myopie nicht gleich ist der Verkürzung des Bulbus bei demselben Grade von Hypermetropie.

Wir corrigiren nämlich z. B. Myopie $1/3$ mit Concav $\frac{1}{2,5}$, $1/2$ Zoll vor dem Auge; Hypermetropie $1/3$ durch Convex $\frac{1}{3,5}$, $1/2$ Zoll vor dem Auge.

Drücken wir die Zahlen in Mm. aus[2]) und setzen das Correctionsglas in φ', dann haben wir im ersten Falle Myopie $\frac{1}{81,21}$, corrigirt durch Concav $\frac{1}{61,21}$ in φ'; im zweiten Falle:

Hypermetropie $\frac{1}{81,21}$, corrigirt durch Convex $\frac{1}{101,21}$ in φ', also Verlängerung der Axe bei Myopie $1/3$

$$\eta = \frac{300}{61,2} = 4{,}9 \text{Mm.}$$
$$g'' = 19{,}9 \text{ Mm.}$$
$$f'' = 24{,}9 \text{ Mm.}$$

Verkürzung der Axe bei Hypermetropie $1/3$

$$\eta = \frac{300}{101,21} = 2{,}96 \text{Mm.}$$

1) Donders, Refractionsanimalien p. 151 und: Pract. opmerkingen over den invloed van hulplensen op de Gezichtsscherpte XIII. jaarlyksch verslag van het Nederl. Gasthuis voor Ooglyders. 1872. p. 123 und: v. Gräfe, Arch. XVIII. II. p. 245.

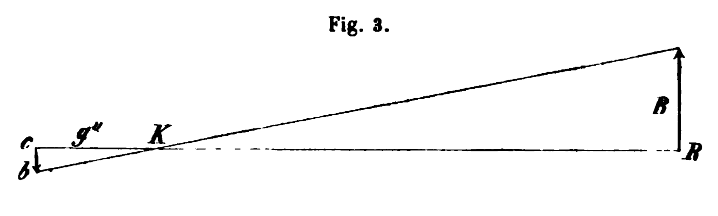
2) 1 Zoll = 27,07 Mm.

$g'' = 12{,}04$ Mm.
$f'' = 17{,}04$ Mm.

So finden wir also die Entfernung des Knotenpunktes von der Retina im nicht corrigirten ametropischen Auge, wo der Knotenpunkt in Bezug zur Cornea an derselben Stelle liegt, wie bei Emmetropie. Dieser käme in Betracht, wenn wir bei Myopie die Sehprüfung in ihrem Fernpunktsabstande vornehmem würden.

Die Grösse des Retinalbildes b wäre dann, (vgl. Fig. 3 B = Object, b = Bild, k = Knotenpunkt, R = Fernpunkt,)

Fig. 3.



$$b : B = kc : kR$$

da

$$kc = g''$$
$$kR = g'$$
$$b = B \cdot \frac{g''}{g'}$$

In unserem speciellen Falle: $b = B. \frac{19{,}9}{81{,}21}$

$$b = B. \frac{1}{4{,}08}.$$

Wir machen aber die Sehprüfung auf Abstand, mit Correction der Ametropie durch Hülfslinsen. Durch Vorsetzen derselben ändert der Knotenpunkt seine Entfernung von der Retina. Es ändert sich damit auch die Grösse der Netzhautbilder.

Offenbar muss durch Convexgläser der zweite Knotenpunkt nach vorn, durch Concavgläser nach hinten rücken. Nehmen wir das reducirte Auge, so geschieht die Berechnung dieser Ortsveränderung nach der Formel:

$$F'_2 = \frac{F' . F}{F' + F - x} \text{ [1])} \qquad 5)$$

worin F'_2 bezeichnet die erste Brennweite des combinirten Systems: Auge + Correctionsglas.

F die Brennweite des Correctionsglases,
x seine Entfernung von der brechenden Fläche,
F' die vordere Brennweite des emmetropischen Auges.

Steht, wie wir oben angenommen haben, die Hülfslinse im vordern Brennpunkte, dann wird $x = F'$,

$$F'_2 = F' = 15 \text{ Mm.} = G''.$$

---

1) Helmholtz, Phys. Optik. p. 58. Formel 11 f.

Nun ist in jedem System die Entfernung des ersten Brennpunktes von der ersten Hauptebene gleich der Entfernung des zweiten Knotenpunktes von der zweiten Brennebene.

In unserem Falle also $F'_2 = \gamma''$, wenn wir die Entfernung vom Knotenpunkt zur zweiten Brennebene, d. h. zur Retina des corrigirten ametropischen Auges mit γ'' bezeichnen.

Da aber F'_2 auch $= G''$, so wird auch $\gamma'' = G''$, und wir sehen, dass wenn ein durch Verlängerung oder Verkürzung seiner Axe ametropisches Auge durch eine Hülfslinse corrigirt wird, welche 15 Mm. vor seiner Hauptebene steht, wo Correctionsgläser gewöhnlich zu stehen pflegen, die Entfernung des Knotenpunktes von der Retina, also auch die Netzhautbilder gerade so gross werden, wie im ruhenden emmetropischen Auge. (Donders, Knapp, Mauthner, Woinow.)

Dies ist ein Hauptgrund, warum wir die Sehprüfung mit Correction der Ametropie, und auf Abstand vornehmen. 20′ Entfernung können hierbei immer als unendlich angenommen werden, da die Accommodation eines emmetropischen Auges für diesen Abstand beinahe = 0 ist.

Anders verhält es sich, wenn die Refractionsanomalie auf **Zunahme der Brechkraft** beruht, während die Augenaxe ihre normale Länge beibehält.

Wie wir oben bemerkt, fällt im reducirten Auge das Krümmungscentrum seiner brechenden Fläche zusammen mit dem Knotenpunkte.

Wenn wir also die Lage des Knotenpunktes in einem ametropischen Auge wollen kennen lernen, dessen Länge gleich ist der des emmetropischen, so brauchen wir nur zu berechnen, wie sich der Krümmungsradius der vorderen Fläche ändern muss, damit Strahlen, welche aus irgend einer positiven, oder negativen Entfernung kommen, sich auf der Retina vereinigen.

Diese Berechnung geschieht nach der Formel:

$$\frac{n''}{g'} + \frac{n'}{g''} = \frac{n'' - n'}{r} \text{ [1]} \qquad 6^a)$$

worin wiederum g' = Entfernung des Fernpunktes vom Knotenpunkte, d. h. vom Krümmungscentrum der brechenden Fläche

g'' = Entfernung des Knotenpunktes von der Retina,

r = Radius der brechenden Fläche,

n'' und n' die Brechungsexponenten $^4/_3$ und 1 des II. und I. Mediums.

In obiger Formel sind uns bekannt n'', n' und g'. Ausserdem wissen wir, dass

$$g'' = f'' - r$$

worin f'' = Entfernung der Retina von der brechenden Fläche = Bulbuslänge = 20 Mm. Die Formel wird also:

$$\frac{n''}{g'} + \frac{n'}{f'' - r} = \frac{n'' - n'}{r}$$

oder

$$\frac{4}{3\,g'} + \frac{1}{f'' - r} = \frac{1}{3\,r}$$

$$\text{woraus } r = \frac{\pm\sqrt{(f'' + g')^2 - g'\,f''} + f'' + g'}{2} \qquad 6^b)$$

Nehmen wir eine Myopie durch Krümmungszunahme von $^1/_3$, dann ist $g' = 81{,}21$ Mm.

---

1) Helmholtz, Phys. Optik. p. 44. Formel 3).

und $$r = \frac{\pm \sqrt{(20 + 81,21)^2 - 81,21 \cdot 20} + 20 + 81,21}{2}$$

Der Ausdruck $\sqrt{\quad}$ kann in unserem Falle nur negativ sein,

also wird $$r = \frac{101,21 - 92,83}{2} = 4,19 \text{ Mm.}$$

und weil
$$g'' = f'' - r$$
$$g'' = 20 - 4,19$$
$$g'' = 15,81 \text{ Mm.}$$

Dies ist auch die Entfernung des Knotenpunctes von der Retina im **accommodirten emmetropischen Auge**, und gerade so muss man den Einfluss der Accommodation auf die Lage des Knotenpunktes berechnen.

Nach obigen Daten finden wir die Bildgrösse b eines Objectes B wieder mit der Formel: $b = B \cdot \frac{g''}{g'}$

und da
$$g'' = 15,81$$
$$g' = 81,21$$
$$b = B \cdot \frac{1}{5,13}.$$

Es verhalten sich also die Retinalbilder bei Myopie $1/3$ durch Axenverlängerung zu denen von Myopie $1/3$ durch vermehrte Brechkraft, oder zu denen des emmetropischen, auf 3 Zoll accommodirten Auges,

$$= 5,13 : 4,08 = 1,25 : 1.$$

Also ist das Netzhautbild eines durch Axenverlängerung myopischen Auges von $1/3$ etwa $1\,1/4$mal so gross, als das eines durch Brechungszunahme gleich myopischen oder gleich accommodirten emmetropischen Auges.

Wie verhält sich aber die Lage des Knotenpunktes und mit ihm die Bildgrösse in dem durch Zunahme der Brechkraft myopischen Auge, wenn sich dasselbe durch Concavgläser corrigirt?

Wir benutzen hierzu wiederum Formel 5) und wollen zum Vergleiche wieder Myopie $1/3$ und die Entfernung des Correctionsglases vom Knotenpunkte = 20 Mm. annehmen.

Natürlich steht letzteres nun nicht mehr im vorderen Brennpunkte, denn die erste Brennweite F' dieses Auges wird $= \frac{n' \cdot r}{n'' - n'} = \gamma''$ [1])

die zweite $$F'' = \frac{n'' r}{n'' - n'} = \gamma'$$

also da
$$n' = 1;\ n'' = 4/3;\ r = 4,19 \text{ Mm.}$$
$$F' = 3\,r = 12,57 \text{ Mm.}$$
$$F'' = 4\,r = 16,76 \text{ Mm.}$$

Nehmen wir zur Correction Concav $\frac{1}{61,21 \text{ Mm.}}$, 20 Mm. vor dem Knotenpunkte dieses Auges, dann wird das x der Formel 5) (Abstand von Glas und Cornea des reducirten Auges)

$$= 20 - 4,19 = 15,81 \text{ Mm.}$$

Setzen wir diesen Werth in Formel 5), so haben wir:

1) Helmholtz l. c. p. 44. Formel 8a) und 8b).

$$F'_2 = \frac{12,57 \,.\, - 61,21}{12,57 - 61,21 - 15,81}$$

$$F'_2 = 11,93 \text{ Mm.}$$

also auch $\gamma'' = 11,93$ Mm.

Wir sehen daraus, dass die Entfernung des Knotenpunktes von der Retina im corrigirten myopischen Auge, dessen Myopie auf Zunahme der Brechkraft beruht, kleiner ist als die des ruhenden emmetropischen und des corrigirten, durch Bulbusverlängerung myopischen Auges.

Es verhalten sich also auch die Retinalbilder des ersteren zu denen der letzteren in unseren Beispielen $= 11,9 : 15 = 1 : 1,25$.

Nehmen wir zum Vergleiche eine Hypermetropie von $-\frac{1}{3''} = -\frac{1}{81,21 \text{ Mm.}}$

Beruht diese auf Verkürzung der Bulbusaxe, dann wird, wie wir oben p. 12 u. 13 gesehen, die gesammte Bulbuslänge für ein reducirtes Auge

$$f'' = 17,04$$

also $g'' = 12,04$

$$g' = -81,21.$$

Dieses Auge kann sich entweder durch vorgesetzte Convexgläser oder durch Accommodation, d. h. durch Zunahme seiner Krümmung für parallele Strahlen einstellen.

Nehmen wir den ersten Fall, so wissen wir, dass durch ein Convexglas von circa $\frac{1}{3'',5}$ (genau $\frac{1}{101,21 \text{ Mm.}}$ in φ') im vorderen Brennpunkte stehend, die Hypermetropie corrigirt, und die Retinalbilder denen des emmetropischen Auges gleich werden. Es rückt nämlich hierbei der Knotenpunkt um $\eta = \frac{300}{101,21} = 2,96$ Mm. nach vorn, so dass $g'' = 15$ Mm. wird.

Die Krümmungszunahme des reducirten Auges bei Accommodation für parallele Strahlen, berechnen wir nach der Formel

$$\frac{n'}{f'} + \frac{n''}{f''} = \frac{n'' - n'}{r} \;{}^{1)}$$

hierin wird $f' = \infty$

also $\frac{n'}{f'} = 0$

und $r = f'' \frac{(n'' - n')}{n''}$

7) $r = \frac{f''}{4}$

$$r = 4,26 \text{ Mm.}$$

Also rückt bei der Accommodation der Knotenpunkt nur um 0,74 Mm. nach vorn, und g'' wird $= 12,78$ Mm.

Diese geringe Verschiebung hat auf den Gesichtswinkel keinen Einfluss, da wir annehmen, dass die Objecte in ∞ stehen.

---

1) Helmholtz, l. c. p. 44. Formel 3).

Es verhalten sich dann also die Netzhautbilder in dem durch Accommodation neutralisirten Auge von Hypermetropie $^1/_3$ zu denen des emmetropischen Auges direct wie die entsprechenden Entfernungen des Knotenpunktes von der Retina, also

$$= 12{,}78 : 15 = 1 : 1{,}17.$$

Würde die Hypermetropie nicht auf Verkürzung der Axe sondern auf Abnahme der Brechkraft beruhen, und könnte das Auge doch noch genügend accommodiren, so würde es dadurch zu einem emmetropischen Auge, und seine Bilder denen des emmetropischen gleich.

Ist aber keine Accommodation mehr möglich, wie bei Aphakie[1]), dann muss die Ametropie durch ein Convexglas corrigirt werden, und wir erhalten andere Verhältnisse.

Nehmen wir an, das aphakische Auge habe eine Länge von 20 Mm. wie das emmetropische, aber eine Hypermetropie von 81,21 Mm, von seinem Krümmungscentrum aus gerechnet. Es fragt sich also: Wie gross muss der Radius dieser Krümmung werden, wenn Strahlen, die von 20 Mm. hinter der brechenden Fläche, d. h. von der Retina herkommen, so divergent austreten, als kämen sie von 81,21 Mm. hinter dem Centrum (Knotenpunkte) her? Wir benutzen zur Berechnung dieses Radius r wiederum die obige Formel 6^a):

$$\frac{n''}{g'} + \frac{n'}{g''} = \frac{n'' - n'}{r}$$

Für Hypermetropie wird aber g' negativ, also haben wir

$$\frac{n'}{g''} - \frac{n''}{g'} = \frac{n'' - n'}{r} \qquad 8^a)$$

g'' ist wiederum $= f'' - r$, also

$$\frac{n'}{f'' - r} - \frac{n''}{g'} = \frac{n'' - n'}{r}$$

$$\frac{1}{f'' - r} - \frac{4}{3\,g'} = \frac{1}{3\,r}$$

$$r = \frac{\pm \sqrt{g'\,f'' + (g' - f'')^2|} - g' + f''}{2}$$

$$r = \frac{\pm \sqrt{81{,}21 \,.\, 20 + (81{,}21 - 20)^2|} - 81{,}21 + 20}{2}$$

Der Ausdruck $\sqrt{\quad}|$ wird in unserem Falle positiv, also

$$r = 6{,}04 \text{ Mm.}$$
$$g'' = 20 - 6{,}04 = 13{,}96 \text{ Mm.}$$

Für ein System von $r = 6{,}04$ Mm. und unsere Brechungsindices haben wir oben[2]):

$$F'' = 4\,r = 4 \,.\, 6{,}04 = 24{,}16 \text{ Mm.}$$
$$F' = 3\,r = 3 \,.\, 6{,}04 = 18{,}12 \text{ Mm.}$$

1) Natürlich sind alle die schematischen Augen, mit denen wir unsere Berechnungen machen, aphakisch, wir haben ihnen aber statt der Linse eine stärker gekrümmte brechende Fläche gegeben. Wollen wir also ein wirkliches aphakisches Auge damit vergleichen, so müssen wir den Krümmungsradius des emmetropischen Auges entsprechend verlängern.

2) Helmholtz l. c. p. 44. Formel 3^a) und 3^b).

Corrigiren wir die Hypermetropie durch ein Convexglas, das 20 Mm. vor dem Knotenpunkte steht, dann muss dies eine Brennweite haben von 101,21 Mm. $= F$, und in Formel 5)

wird $$F'_2 = \frac{18,12 \cdot 101,21}{18,12 + 101,21 - 13,96} = 17,40$$

also auch $\gamma'' = 17,4$ Mm.

Setzen wir das Correctionsglas 15 Mm. vor die brechende Fläche, dann muss es eine Brennweite F haben von 102,25 Mm. und $F'_2 = \gamma''$ wird 17,58 Mm.

Es würden sich also die Retinalbilder eines emmetropischen Auges zu denen eines corrigirten aphakischen von H $1/3$ verhalten, wie $15 : 17,4 = 1 : 1,16$.

Gerade so verhalten sich aber auch die des durch ein Convexglas in φ' corrigirten hypermetropischen Auges zu denen des aphakischen.

Dagegen wird das Verhältniss der Bilder eines accommodirten hypermetropischen zu denen des corrigirten aphakischen Auges

$$= 12,78 : 17,4 = 1 : 1,36.$$

Wir haben als Beispiel zu den obigen Auseinandersetzungen extreme Fälle gewählt. Myopie $1/3$ ist bis heute noch nicht sehr häufig, und Hypermetropie $1/3$ ohne Aphakie wird immer eine Seltenheit bleiben. Es stellen sich aber an solchen Fällen die Veränderungen in der Lage des Knotenpunktes und der Bildgrösse am deutlichsten heraus, und man kann doch von ihnen auf die schwächeren Grade der Ametropie schliessen.

Noch klarer aber werden die Verhältnisse, wenn man für verschiedene Grade von Ametropie die Berechnung ausführt, und die Resultate zu Tabellen ordnet. MAUTHNER [1]) hat dies auch gethan, und es geht daraus, wie auch aus unsern Fällen hervor, dass die Accommodation die Lage des Knotenpunktes und die Bildgrösse wenig beeinflusst.

In der That wird in einem emmetropischen Auge, bei Accommodation auf 3″, g'' nur $= 15,82$ Mm. bei Accommodation auf $8'' = 15,33$ Mm. (MAUTHNER), so dass sich also die Bildgrössen ungefähr verhalten würden, wie $1 : 1,02$.

Anders verhält es sich, wenn die Accommodation für die Nähe durch Bulbusverlängerung zu Stande kommt, d. h. bei Myopie. Hier werden die Bilder viel grösser, als im accommodirten emmetropischen, oder gar hypermetropischen Auge.

Es verhalten sich z. B. die Netzhautbilder eines auf 3″ accommodirten emmetropischen Auges zu denen eines durch Bulbusverlängerung myopischen Auges von M $1/3$ wie $1 : 1,9$.

Was den Einfluss von Hülfslinsen betrifft, so wissen wir, dass im Allgemeinen durch Concavgläser der Knotenpunkt um so mehr nach hinten rückt, je stärker das Concavglas, und je weiter es von dem Auge entfernt ist; durch Convexgläser dagegen rückt er um so mehr nach vorn je stärker das Glas, und je weiter es vom Auge entfernt ist.

Stehen die Correctionsgläser für Ametropie, die auf veränderter Bulbuslänge beruht, im vordern Brennpunkte, d. h. 15 Mm. vor der Cornea des reducirten,

1) MAUTHNER, Die optischen Fehler des Auges. p. 166.

13 vor der des wirklichen Auges, wo die Brillengläser gewöhnlich zu stehen pflegen, dann werden die Retinalbilder gerade so gross, wie die des emmetropischen Auges.

Beruht dagegen eine Myopie auf Zunahme der Brechkraft des dioptrischen Systems, dann werden durch die Correction die Bilder immer kleiner, als im emmetropischen Auge, während sie bei Hypermetropie, die auf Abnahme der Brechkraft beruht, grösser werden als diese.

Mauthner[1], welcher die Grösse der Retinalbilder für verschiedene Entfernungen des Correctionsglases vom Auge und mit Berücksichtigung der beiden Knotenpunkte des combinirten Systems: Auge + Correctionsglas, berechnet hat, findet, dass »im corrigirten, verlängerten Auge das verkleinerte Bild doch so lange grösser ist, wie im emmetropischen, als das Correctionsglas zwischen vorderem Brennpunkt und Auge steht, und dass erst, wenn das Glas um mehr als die vordere Brennweite vom Auge absteht, eine Verkleinerung des Retinalbildes in Vergleich mit dem des emmetropischen eintritt.«

Ferner: Der erste Knotenpunkt rückt bei Correction durch Concavgläser in gleicher Weise nach vorn, wie der zweite nach hinten.

Steht das Concavglas zwischen dem Auge und dessen vorderem Brennpunkt, dann liegt der I. Knotenpunkt **hinter** dem I. Knotenpunkt des unbewaffneten Auges (also der Retina näher). Steht das Glas im vordern Brennpunkt, dann hat er dieselbe Lage wie dieser; steht das Glas vor dem Brennpunkte, dann rückt auch der I. Knotenpunkt vor die Stelle, die er im nichtcorrigirten Auge einnimmt.

Im corrigirten **verkürzten** Auge bleibt das vergrösserte Bild doch noch so lange kleiner, als im emmetropischen Auge, als das Correctionsglas zwischen vorderem Brennpunkt und Auge steht; es tritt aber eine Vergrösserung im Vergleiche zu diesem ein, sobald sich das Glas um mehr als die vordere Brennweite vor dem Auge befindet.

Der I. Knotenpunkt des corrigirten verkürzten Auges bleibt **vor** dem des unbewaffneten, so lange das Convexglas zwischen dem Auge und seinem vorderen Brennpunkte steht. — Er fällt mit dem des nicht corrigirten Auges zusammen, wenn sich die Linse im I. Brennpunkte befindet, und rückt hinter seinen ursprünglichen Ort, wenn das Correctionsglas weiter als die vordere Brennweite vor das Auge hinausrückt.

1) Mauthner l. c. p. 169—196.

Literatur.

a) Sehproben.

Alfred Smee, The Eye in health and disease. Pag. 70. London 1854.

E. Jaeger Ritter von Jaxtthal, Schrift-Scalen (in deutscher, französischer und englischer Sprache). 4. Ausgabe. Wien 1867.

—— Schrift-Scalen, in spanischer Sprache. 1862.

—— Schrift-Scalen, in portugiesischer Sprache. 1862.

—— Schrift-Scalen, in russischer Sprache. 2. Auflage. 1864.

E. Jaeger Ritter von Jaxtthal, Schrift-Scalen, in polnischer Sprache. 1864.
—— Schrift-Scalen, in italienischer Sprache. 2. Auflage. 1864.
—— Schrift-Scalen, in griechischer Sprache. 2. Auflage. 1864.
—— Schrift-Scalen, in hebräischer Sprache. 2. Auflage. 1864.
—— Schrift-Scalen, in deutscher Sprache. (Taschenformat). 1865.
—— Schrift-Scalen, in französischer Sprache. (Taschenformat). 1865.
—— Schrift-Scalen, in englischer Sprache. (Taschenformat). 1865.

Herman Snellen, Test-types for the determination of the acuteness of vision. (4. Ed.) (in englischer, französischer, italienischer, deutscher, holländischer Sprache). Utrecht 1868.

—— Probebuchstaben zur Bestimmung der Sehschärfe. 4. Auflage. (in deutscher Sprache mit gothischen Lettern). Berlin 1873.

—— Échelle typographique, pour mesurer l'acuité de la vision. Utrecht 1862.

—— Scala tipografica per mesurare il visus. Utrecht 1862.

—— Lettras-provas, para servir de guia no conheçimento do alcance da vista. Utrecht 1873.

—— Russische Lettertafel. Utrecht 1872.

Ito Gempak, Snellen's Lettertafel im Japanischen. Utrecht 1873.

George Cowell, Test-types, for determining the acuteness of vision, after, but slightly smaller than those of Dr. H. Snellen. London 1870.

John Green, On a New Series of Test-Letters for determining the acuteness of vision. Transactions of the Americ. Ophth. Soc. IV & V. 1869. pag. 68.

Giraud-Teulon, Échelle régulièrement progressive, destinée à servir à la mesure exacte des différents degrés de netteté et d'étendue de la vue distincte. Paris 1863.

Boettcher, Geometrische Sehproben zur Bestimmung der Sehschärfe bei Functionsprüfungen des Auges. Mit besonderer Berücksichtigung der Untersuchung Militärpflichtiger. Berlin 1870.

M. Burchhardt, Internationale Sehproben zur Bestimmung der Sehschärfe und Sehweite. 2. Auflage. Cassel 1871.

Fürst, Quelques remarques concernant les épreuves internationales de M. Burchhardt. Ann. d'ocul. LXVI. pag. 36.

M. Reich, Tafel von verschiedenen Zeichnungen für die Untersuchung der Sehschärfe bei Leuten, die keine Buchstaben kennen. Milit. med. Zeitschr. St. Petersburg. XII. (Russisch 1870).

Pray, Probebuchstaben zur Prüfung des Astigmatismus. Arch. f. Augen- und Ohrenk. I. 1. pag. 147. 1870.

Heymann, Astigmatismus-Tafeln nach Dr. Pray. 2 Tafeln und Text. Leipzig 1870.

b) Bestimmung der Sehschärfe. [1]

Hooke, Posthumous works. pag. 12, 97. 1705.
Smith, Optics. I. 31. (Uebersetzung. pag. 29). 1738.
Jurin, ibid. Essay on distinct and indist. vision. pag. 149. 1738.
Courtivron, Hist. de l'Acad. de Paris. pag. 200. 1752.
Tob. Mayer, Comment. Gotting. IV. pag. 97 und 135. 1754.
Porterfield, On the eye. II. pag. 58. 1759.

1) Vergl. Helmholtz, Phys. Optik. p. 224.

Amici in: Ferussac. bull. Sc. math. pag. 221. 1824.
Lehot, ibid. XII. pag. 417. 1829.
Hofke, Disquis. de acie oculi dextri et sinistri. Lipsiae 1830.
Ehrenberg in Pogg. Ann. XXIV. pag. 36. 1831.
Hueck in J. Müller's Arch. f. Anat. und Physiol. pag. 82. 1840.
J. Müller, Handbuch der Physiologie. II. pag. 82. 1840.
Burow, Beiträge zur Physiologie und Physik des menschlichen Auges. pag. 38. Berlin 1841.
Volkmann, Art.: Sehen, in Wagner's Handwörterbuch d. Physiol. III. pag. 321, 335. 1846.
Marié Davy, Institut. Nr. 709. pag. 59. 1849.
B. Petrie, Institut. Nr. 886. pag. 415. 1850.
E. H. Weber, Verhandl. der Sächs. Ges. pag. 145. 1852.
Bergmann in Henle und Pfeuffer, Zeitschr. f. rat. Med. (3.) II. pag. 88. 1857.
Aubert und Förster in Arch. f. Ophth. III. Abth. 2. pag. 1. 1857.
H. van Wyngaarden, Ueber die Anwendung der von Donders entdeckten stenopäischen Brillen zur Verbesserung des Sehvermögens bei Trübungen der Hornhaut. Arch. für Ophth. I. 1. pag. 251. 1854.
J. Vroesom de Haan, Onderzoekingen naar den invloed van den leeftyd op de gezichtsscherpte. 3. Verslag. Ned. Gasthuis voor Ooglyders. pag. 229. 1862.
H. Vierordt, Ueber die Messungen der Sehschärfe. Arch. f. Ophth. IX. 1. pag. 161. 1863.
F. C. Donders, Sehschärfe. Arch. f. Ophth. IX. 2. pag. 220. 1863.
H. Vierordt, Ueber die Messung der Sehschärfe. Arch. f. Ophth. IX. 3. pag. 219. 1863.
F. C. Donders, On the anomalies of accommodation and refraction of the eye. pag. 194. London 1864. In's Deutsche übersetzt von O. Becker.
L. Kugel, Ueber die Sehschärfe bei Astigmatismus. Arch. f. Ophth. XI. 1. pag. 106. 1865.
Hensen, Ueber eine Einrichtung der Fovea centralis, welche bewirkt, dass feinere Distanzen als solche, die dem Durchmesser eines Zapfens entsprechen, noch unterschieden werden können. Arch. f. pathol. Anatom. Bd. 34. Heft 3. pag. 401. 1866. Ref. Klin. Mon. f. Augenh. IV. pag. 197. 1866.
H. Derby, On the necessity of employing greater accuracy in ascertaining and expressing the degree of acuteness of vision. Transactions of the Americ. Ophth. Soc. New-York. 1866.
H. Helmholtz, Handbuch der physiologischen Optik. pag. 209. Leipzig 1867.
H. Dor, Kurze Anleitung zur Untersuchung der Sehschärfe. Bern 1870.
Herm. Schmidt, Kurze Anleitung zur Untersuchung der Refraction, Accommodation und Sehschärfe. Marburg 1872.
Cuignet, Ueber das Sehen des ganz kleinen Kindes. Klin. Monat. X. pag. 113. 1872.
Jeffries, Sehschärfe. Klin. Monat. X. pag. 587. 1872.
L. Mauthner, Vorlesungen über die optischen Fehler des Auges. pag. 117. Sehschärfe. Wien 1872.

c) Dissimulirte Sehschärfe.

A. von Graefe, Ueber ein einfaches Mittel Simulation einseitiger Amaurose zu entdecken, nebst Bemerkungen über die Pupillar-Contraction bei Erblindeten. Arch. f. Ophth. II. 1. pag. 266. 1855.
Richard Liebreich, De la Simulation de l'amaurose. Ann. d'Ocul. LII. pag. 218. 1864.
R. von Welz, Ueber die Mittel, eine simulische, einseitige Amaurose zu entdecken. Würzburg. med. Zeitschr. VII. 3. pag. 2. Klin. Mon. V. pag. 292. 1864.
H. Berthold, Ein neues Verfahren die Simulation monocularer Blindheit zu ermitteln. Klin. Monat. pag. 300. 1869.
Leopold Kugel, Ueber eine Methode, um in leichter Weise Simulation einseitiger Amaurose und Amblyopie zu constatiren. Arch. f. Ophth. XVI. 1. pag. 343. 1870.

Cuignet, Moyens de constation de l'amblyopie ou de l'amaurose d'un oeil. Rec. de mém. de méd. chir. et pharm. milit. Avril. pag. 320. 1870.

J. Björken, Om Simulation af ensidig Blindhet. Upsala läkare förenings förh. Bd. V. pag. 625. 1870.

H. Schmidt, Notiz für die Untersuchung auf Simulation von Blindheit. Berl. klin. Wochenschrift. pag. 526—527. 1870.

d) Einfluss der Hülfslinsen auf die Sehschärfe.

P. L. Panum, Die scheinbare Grösse der gesehenen Objecte. Arch. f. Ophth. Bd. V. pag. 1. 1859.

M. Woinow, Zur Bestimmung der Sehschärfe bei Ametropie. Arch. f. Ophth. XV. 2. pag. 144. 1869.

Knapp, The influence of spectacles on the optical constants and visual acuteness of the eye. Arch. f. Ophth. and Otol. I. Nr. 2. pag. 377. 1870.

Hock, Untersuchungen über die Grösse der Bilder bei Combination zweier optischer Systeme, Arch. f. Ophth. XVII. 2. pag. 181. 1871.

Woinow, Zur Lehre über den Einfluss von optischen Gläsern auf die Sehschärfe. Arch. f. Ophth. XVIII. 1. pag. 349. 1872.

Mauthner, Vorlesungen über die optischen Fehlen des Auges. pag. 149—196. 1872. Arch. f. Ophth. XVIII. II. pag. 245.

F. C. Donders, Praktische opmerkingen over den invloed van hulplenzen op de gezichtsscherpte. Onderzoekingen gedaan in het Physiol. Laboratorium. Utrecht 1872.

II. Photoptometrie.

Die Bestimmung des Lichtsinnes.

§ 7. Ausser von dem Sehwinkel hängt die Erkennbarkeit eines Objectes noch ab von der Beleuchtung.

Mit abnehmender Helligkeit muss der Gesichtswinkel grösser werden, während umgekehrt, bei zunehmender Beleuchtung bis zu einem gewissen Grade auch die Sehschärfe zunimmt. Nach Aubert erhält man das Maximum der Sehkraft bei hellem Tageslichte. Nach Klein [1]) soll dieselbe bei noch stärkerer Beleuchtung immer noch steigen, wenn auch langsam [2]). (Den in Snellen's Schriftproben angenommenen normalen Visus findet er bei 25 bis 100 Normal-Kerzenlicht in 1 Meter Distanz.)

Damit eine Sehprüfung wirklich Werth habe, ist es also nothwendig, ausser dem kleinsten Gesichtswinkel immer noch die Beleuchtung zu kennen, bei welcher derselbe gefunden wurde.

---

1) Klein, De l'influence de l'éclairage sur l'acuité visuelle. 1873. pag. 59.

2) Jedenfalls ist diesem Steigen schon in dem anatomischen Bau der Retina ein Ziel gesteckt.

Dies lässt sich auf zweierlei Weise ausführen:

1) Entweder man macht alle Visusprüfungen bei derselben Beleuchtungsintensität; dann haben die gefundenen Gesichtswinkel direct vergleichbare Werthe; oder

2) man prüft ohne Correction der Beleuchtung, misst dieselbe aber genau, und bringt diesen Factor bei der Bestimmung der Sehschärfe dann in Rechnung.

Im ersteren Falle kann man mit dem constanten Lichte entweder den ganzen Raum erhellen, worin die Sehprüfung vorgenommen wird, also Tageslicht einfallen lassen durch eine stets gleich gross bleibende Oeffnung, oder ein künstliches Licht, Gaslicht, Oellicht, von stets gleicher Stärke benutzen. Da aber das Tageslicht gar nicht constant ist, und ein künstliches Licht zur Erhellung eines grösseren Raumes ebenfalls nur sehr schwer constant herzustellen ist, so würde man auch hier wieder Fehler begehen, die gemessen und in Rechnung gebracht werden müssten. Diese wären zwar kleiner, aber desto schwieriger zu bestimmen.

Deshalb hat man versucht den Gesammtraum dunkel zu lassen und nur die Gesichtsobjecte mit auffallendem oder durchfallendem Lichte zu beleuchten [1]. Es wird diese Methode genauere Resultate geben, weil eine kleine Fläche viel leichter gleichmässig kann beleuchtet werden, als ein grosser Raum.

Zu solchen Sehprüfungen haben wir den sogenannten Photometer von Förster [2] benutzt, den derselbe zur Messung des Lichtsinnes der Retina angegeben hat, und den wir daher unter § 11 beschreiben werden. Statt der einfachen weissen und schwarzen Linien, haben wir die ganze Serie der Snellen'schen Probebuchstaben in den mit bestimmtem Lichte erleuchteten Kasten gebracht.

Noch besser lassen sich die Sehprüfungen machen mit dem Apparate von v. Hippel [3], der auf einem ähnlichen Principe beruht, und dazu dienen soll, gleichzeitig den Lichtsinn sowohl, als den Formsinn der Netzhaut zu untersuchen, indem er es ermöglicht, die beiden Untersuchungen in gleicher Distanz (20′) vorzunehmen.

Letzterer besteht im Wesentlichen aus einem 30 Cm. hohen, 20 Cm. langen und ebenso breiten Kasten von schwarzem Blech, der im Innern eine Petroleumflamme enthält. Das Licht derselben wird durch einen Concavspiegel in einen an der vordern Seite des Kastens befestigten Cylinder von 8 Cm. Durchmesser und 15 Cm. Länge geworfen. Dieser trägt an der dem Kasten zugewandten Seite 2 Convexlinsen von $1\frac{3}{4}$ Zoll Brennweite, an der entgegengesetzten eine Vorrichtung zur Aufnahme einer Anzahl von Milchglasplatten, welche durch das Licht gleichmässig erleuchtet werden. Vor letztere werden als Gesichtsobjecte schwarze Blechscheiben gebracht, in welchen Snellen's Probebuchstaben ausgeschnitten sind. Diese lässt man von dem Patienten in 20′ Entfernung betrachten, während man ihnen durch Addition oder Substraction von Milchglasplatten die zur Erkennbarkeit nöthige Helligkeit giebt.

---

1) H. Derby; v. Wecker; Javal.
2) Förster in Zehender's klin. Monatsbl. 1871. p. 337.
3) v. Hippel ebendaselbst p. 346.

Um die Lichtquelle genau zu reguliren, hat v. Hippel in der Höhe der Lampenflamme 6 feine Oeffnungen in der Seitenwand des Kastens anbringen lassen, je 3 und 3 übereinander, durch welche von der Flamme umgekehrte Bildchen auf einer mattgeschliffenen Glasplatte entworfen werden. Schraubt man die Flamme so hoch, dass die Spitzen der obern Flammenbildchen genau die Basis der untern berühren, so hat man jedesmal die gleiche Beleuchtung.

6 vorgesetzte Milchglasplatten von 2 Mm. Dicke ergeben gerade genügende Beleuchtung für $V = \frac{20}{20}$. Diese Untersuchungen müssen im absolut dunkeln Zimmer vorgenommen werden.

In einem Apparate von Weber[1]) in Darmstadt werden dieselben Buchstaben von vorn auf einer Fläche von 1 □′ mit gemessenem Lichte beleuchtet. Um letzteres zu schwächen, kann man davor lichtabsorbirende Platten setzen. Nimmt man dafür farbiges Glas, so lassen sich die weissen Buchstaben auf schwarzem Grunde auch mit gefärbtem Lichte beleuchten. Jedenfalls ist es schwerer eine Fläche mit auffallendem Lichte gleichmässig zu beleuchten, als mit durchfallendem.

Ein wesentlicher Vortheil der beiden letztgenannten Apparate ist es, dass sie die Sehprüfung mit bestimmter Beleuchtung auf grössere Distanz zu machen erlauben.

Es versteht sich, dass bei all diesen Prüfungsmethoden jegliches fremde Licht vollkommen von dem Raume, worin die Prüfung vorgenommen wird, muss abgehalten werden; denn fremdes Licht, namentlich durch kleine Oeffnungen fallendes Tageslicht, wirkt schon als Contrast gegen den verfinsterten Raum sehr störend, und ist um so blendender, als die Pupille im Dunkeln weit geworden ist.

Für physiologische Untersuchungen der Adaption der Netzhaut sind diese Methoden jedenfalls sehr geeignet, für die Praxis aber liefern sie mehrere Beschwerden, schon darum, weil die Herstellung eines absolut dunkeln Raumes immer mit Schwierigkeiten verbunden ist; sodann weil die Beobachtung des Untersuchten, das Aussuchen der Brillengläser bei Correction von Refractionsanomalien etc. im Finstern sehr unbequem ist, hauptsächlich aber darum, weil die Sehschärfe im dunkeln Raume grossen Schwankungen unterworfen ist, je nachdem dieselbe gleich nach der Adaption, oder nach einem mit der Untersuchung verbundenen längeren Hinsehen auf die beleuchteten Objecte vorgenommen wird.

Wir ziehen es deshalb vor, nach dem zweiten Modus vorzugehen, d. h. die Sehprüfung im gewohnten Zimmer mit gewöhnlichem Tageslichte zu machen, letzteres dann aber genau zu messen und in die Berechnung der Sehschärfe mit aufzunehmen.

Zu diesem Zwecke benutzt man die Photometer.

§ 8. **Photometrie.** Sehen wir ab von den Methoden der Photometrie, welche auf den photochemischen Eigenschaften des Lichtes oder auf der Absorption der

1) Weber, in Zehender's klin. Monatsbl. 1871. pag. 349.

Wärmestrahlen beruhen, und betrachten wir nur diejenigen, wobei die Empfindlichkeit des Auges den Massstab für die Lichtstärke abgiebt, so ist vor allem zu bemerken, dass das Auge nur gleichfarbiges Licht in seiner Intensität zu vergleichen vermag.

Die meisten Photometer beruhen darauf, dass man die Intensität einer bekannten Lichtquelle um so viele bekannte Einheiten verändert, bis sie der Intensität des gesuchten Lichtes gleich kommt.

So lässt man (LAMBERT, RUMFORD) zwei Lichtquellen von demselben Stabe zwei Schatten auf eine weisse Fläche werfen, und entfernt dann das bekannte der beiden Lichter so weit von der Fläche, bis sein Schatten gerade so dunkel erscheint wie der Schatten des zu prüfenden. D. h. mit andern Worten, bis der Schatten des ersten Lichtes durch das zweite, gerade so stark beleuchtet wird, wie der des zweiten durch das erste. Aus den bekannten Grössen: der Intensität des ersten Lichtes und seiner Entfernung von der beleuchteten Fläche, lässt sich die gesuchte Grösse, die Intensität des zweiten Lichtes berechnen.

Ist die Intensität des bekannten Lichtes $= J$, so wäre die Helligkeit einer von ihm beleuchteten Fläche auch $= J$, wenn das Licht in der Fläche selbst stehen würde. Diese Beleuchtungsintensität vermindert sich aber mit dem Quadrate der Entfernung von der Fläche. Ist d der Abstand zwischen Licht und Fläche, so wird die entsprechende Beleuchtung

$$i = \frac{J}{d^2}$$

Sei $J' =$ Intensität des untersuchten Lichtes, und $d_, =$ seine Entfernung von der Fläche, so wird dieselbe beleuchtet von

$$\frac{J}{d^2} + \frac{J'}{d_,^2}$$

Der dem bekannten Lichte entsprechende Schatten sei $= S$, der andere $= S'$ so wird S beleuchtet sein durch

$$\left(\frac{J}{d^2} + \frac{J'}{d_,^2}\right) - \frac{J}{d^2} = \frac{J'}{d_,^2}$$

und S' durch

$$\left(\frac{J}{d^2} + \frac{J'}{d_,^2}\right) - \frac{J'}{d_,^2} = \frac{J}{d^2}$$

Ist nun $S = S'$
so ist auch

$$\frac{J'}{d_,^2} = \frac{J}{d^2}$$

$$J' = \frac{Jd_,^2}{d^2}$$

nehmen wir $J = 1$, so wird

$$J' = \frac{d_,^2}{d^2}$$

Statt des Lichtes selbst kann man auch die von dem bekannten Lichte beleuchtete Fläche so weit von demselben entfernen, bis sie gleich hell erscheint, wie eine vom gesuchten Lichte beleuchtete (BOUGUER).

Das Photometer von Ritchie besteht aus einem länglichen, innen und aussen geschwärzten Kasten, durch dessen beide Enden Licht, von zwei verschiedenen Quellen, auf die Cathetenflächen eines genau in der Mitte befindlichen, rechtwinkligen Prismas fällt. Diese beiden Flächen sind mit weissem Papiere beklebt. Die rechtwinklige Kante steht nach oben. Ueber ihr ist in dem Kasten eine Oeffnung angebracht, durch welche ein Auge zu gleicher Zeit die beiden Seitenflächen überschauen kann. Ist die eine derselben von zu untersuchendem, die andere von bekanntem Lichte beleuchtet, so ist es leicht, durch Näherung oder Entfernung des bekannten Lichtes, die Beleuchtungsintensitäten beider Flächen gleich zu machen, wobei dann aus der Verschiebung des bekannten Lichtes die gesuchte Lichtintensität zu berechnen ist.

Oder statt durch Entfernung, schwächt man das eine Licht durch vorgesetzte, lichtabsorbirende Platten (Milchglas, Papierscheiben, Hornplatten)[1], bis seine Intensität gleich wird der des anderen.

Kennt man das Lichtabsorptionsvermögen einer solchen Platte, so lässt sich aus der Zahl der Platten, welche man vor das Normallicht, oder, falls das zu untersuchende stärker ist, vor dieses setzen musste, um die Lichter einander gleich zu machen, direct die gesuchte Intensität finden.

Auf dem gleichen Principe beruhen die Photometer von De Maistre[2]) und Smee[3]), welche zur Schwächung des Lichtes zwei Glasprismen von gleicher Stärke, ein farbloses und ein gefärbtes, benutzten. Diese werden mit den Hypothenusenflächen auf einander gelegt, doch so, dass ihre brechenden Kanten entgegengesetzte Richtung haben, also keine prismatische Ablenkung, wohl aber eine von der Kante nach der Basis des dunkeln Prismas zunehmende Schwächung des Lichtes stattfindet. Das Photometer von Smee ist das bessere von den beiden, weil er schwarzes Glas dazu verwandte, während De Maistre ein blaues Prisma benutzte, wobei die Farbe eine genaue Vergleichung verschiedener Lichtintensitäten unmöglich macht. Dasselbe gilt von dem Photometer von Quetelet[4]), welcher zwei blaue Prismen in obiger Weise combinirte.

Die Bestimmung des Lichtabsorptionsvermögens durchsichtiger Stoffe, wie z. B. von Glasplatten, kann man auf verschiedene Weise vornehmen, Aubert[5]) giebt dafür folgende Methoden an:

1) Mit Hülfe gleicher Schatten. Man nimmt zwei gleiche Lichter und lässt sie von einem Stabe auf eine weisse Fläche Schatten werfen. Dann bringt man vor das eine Licht die zu untersuchende Glasplatte, wodurch der ihm entsprechende Schatten geschwächt wird, und entfernt hierauf das andere Licht soweit, bis die beiden Schatten wieder gleich sind. Aus der dazu nöthigen Entfernung lässt sich das Lichtabsorptionsvermögen des Glases einfach berechnen.

---

1) Lampadius, De Limencey und Secretan.
2) De Maistre, Bibl. universelle de Genève. LI. pag. 323.
—— Pogg. Annal. XXIX. pag. 187.
3) Smee, The eye in health and disease. pag. 72. — London 1854.
4) Quetelet, Bibl. universelle de Genève. LII. pag. 212.
—— Pogg. Annal. XXIX. pag. 187—189.
5) Aubert, Physiologie der Netzhaut. I. pag. 32 und 33.

2) Mit dem Episkotister, einem Apparate, welcher von TALBOT[1]) stammt, und von AUBERT Namen und weitere Anwendung erhielt. Dieser Apparat besteht aus zwei schwarzen Messingscheiben, an deren jeder 4 Octanten ausgeschnitten sind. Die Scheiben werden auf einander gelegt und können so um ihren Mittelpunkt gedreht werden, dass die nicht ausgeschnittenen Octanten der oberen beliebige Theile der ausgeschnittenen unteren bedecken. Mittelst einer Schraubenvorrichtung lassen sich die beiden Scheiben in ihrer gegenseitigen Stellung befestigen, und an einer Eintheilung die Grade der frei gelassenen Sectoren ablesen. Nun bringt man neben die Scheibe das zu untersuchende Glas, und setzt erstere nach Art der Masson'schen Scheibe in schnelle Rotation, wobei durch Mischung der schwarzen und weissen Felder ein grauer Kreis entsteht. Sieht man abwechselnd durch die Scheibe und durch das Glas nach einer weissen Fläche, so kann man, durch Versetzung der Sectoren der ersteren, die von ihr hervorgerufene Schwächung des Lichtes gleich machen der von dem Glase hervorgebrachten. Misst ein heller Sector des Episkotisters $= x^0$, so werden demnach vom Episkotister resp. von der Platte durchgelassen $= \frac{4x}{360}$ Theile des Lichtes und zurückgehalten, resp absorbirt $\frac{360-4x}{360}$ Theile. Die so erhaltenen Zahlen drückt man am einfachsten in Procenten aus.

Das Photometer von BUNSEN besteht aus einem Papierschirm mit einem Fettfleck in der Mitte, der auf einer Scale senkrecht steht.

Der Fettfleck scheint im Allgemeinen hell auf dunkelm Grunde, wenn der Schirm von der hintern Seite, dunkel auf hellem Grunde, wenn er von vorn mehr beleuchtet wird.

Zu beiden Seiten des Schirmes stehen zwei Lichter, von denen das eine, das seine Stellung zum Schirme immer beibehält, gewöhnlich in einem nach den 3 anderen Seiten hin verschlossenen Kasten brennt. Auf der anderen Seite kann man ein Normallicht (nach MÜLLER-POUILLET eine Sechserwachskerze, von denen 6 auf 1 Pfd. gehen) so lange auf der Scale bewegen, bis von dieser Seite betrachtet, der Fettfleck verschwunden scheint. Diesen Punkt bezeichnet man mit 1, den Ort des Schirmes mit 0.

Hat man irgend ein anderes Licht, dessen Stärke man prüfen will, so entfernt man das Normallicht, und sucht nun die Stelle auf, von wo aus das fragliche Licht denselben Effect hat, wie das normale, d. h., wann wiederum der Fleck, von der gleichen Seite aus gesehen, verschwunden ist.

Hat das Normallicht die Intensität $= 1$ und ist, wie oben gesagt, seine Entfernung vom Schirme auch $= 1$, die Entfernung des gesuchten Lichtes vom Schirme aber $= n$, dann ist die Intensität des gesuchten Lichtes

$$= \sqrt{n}$$

Für photometrische Versuche macht man die Scale so, dass man die bleibende Stellung des Schirmes als 0punkt nehmend, die Punkte auf der Vorderseite mit 1, 2, 3 etc. bezeichnet, welche den Abständen L, $L\sqrt{2}$, $L\sqrt{3}$, $L\sqrt{4}$ entsprechen.

Die Berechnung ist nach BOHN (Müller-Pouillet's Physik p. 504) folgende: Licht, welches den Schirm trifft, wird in 3 Theile zerlegt, I. reflectirt, II. durchgelassen, III. ab-

---

1) TALBOT, Poggendorffs Annalen 1835. XXXV. p. 459 und HELMHOLTZ, Phys. Optik, pag. 356.

sorbirt. Das Verhältniss dieser 3 Theile unter einander ist aber nicht gleich für den nicht befetteten, wie für den befetteten Theil des Schirmes. Nennen wir für den nicht befetteten:

Theil I $= a$, II $= b$, III $= c$; für den befetteten:
» I $= \alpha$, II $= \beta$, III $= \gamma$

und die Intensität des von der vorderen Seite kommenden Lichtes $= i$, die des von der hinteren Seite kommenden $= i'$, dann wird die Helligkeit des nicht befetteten Theiles für einen von vorn darauf Sehenden

$$J = ia + i'b.$$

Die Helligkeit des Fettfleckes für denselben Beobachter

$$J' = i\alpha + i'\beta.$$

Fände gar keine Absorption statt ($c = o$, $\gamma = o$), oder wäre die Absorption an der nicht befetteten und an der befetteten Stelle gleich ($c = \gamma$), dann wäre auch $a + b = \alpha + \beta$ und $J = J'$, wenn $i = i'$, d. h. der Fettfleck müsste zu gleicher Zeit für beide Seiten verschwunden sein, wenn auf beiden 2 gleich helle Kerzen in gleicher Entfernung brennen würden. Dies ist nicht der Fall, denn der Rand absorbirt mehr, als der Fleck, d. h. $c > \gamma$, also $a + b < \alpha + \beta$, wenn $i = i'$, und weil in diesem Falle

$$J = i\,(a + b)$$
$$J' = i\,(\alpha + \beta)$$

wird $J' > J$. D. h. wenn die Lichter gleiche Intensitäten haben, muss das der Vorderseite dem Schirm etwas mehr genähert werden, wenn der Fettfleck, von vorne betrachtet, verschwunden sein soll.

Eine Normalkerze muss dem Schirm auf 20″ genähert werden, wenn sie von ihrer Seite gesehen einer gleichen Kerze der entgegengesetzten Seite das Gleichgewicht halten soll die in 24″ steht.

Zur Verwendung des Photometers sucht man erst die Entfernung l', in welcher eine Normalkerze stehen muss, um den von einem constanten Licht beleuchteten Fleck verschwinden zu machen, dann die für das zu prüfende Licht nöthige Distanz L. Ist die Intensität der Normalkerze $= i$, dann wird die der geprüften

$$J = i\,\frac{L^2}{l^2}.$$

Das Spiegelphotometer von Bunsen bildet eine etwas veränderte Anwendung des gleichen Princips.

Es besteht aus zwei verticalen, senkrecht zu einander stehenden Spiegeln A und B, deren Winkel durch einen ebenfalls senkrecht stehenden, theilweise befetteten Papierschirm halbirt wird. In der Verlängerung des Spiegels A (senkrecht zur Kante) brennt in constanter Entfernung eine Normalkerze; in der Verlängerung der Fläche B (ebenfalls senkrecht zur Kante) kann man das geprüfte Licht um messbare Abstände näher und ferner schieben. Sieht man nun in die Spiegel, so kann man gleichzeitig die hintere und die vordere Fläche des Papierschirms betrachten, und den Fleck bald auf der einen, bald auf der anderen verschwinden lassen, um so gewissermassen die eine Messung durch die andere zu controlliren.

Klein benutzt statt des Fettflecks drei durchsichtige, aufeinander liegende Glasplatten, welche alle mit sehr dünnem Papier beklebt sind. Jedes der drei Papiere hat einen Ausschnitt in der Mitte, und zwar ist der dem Normallicht zu-

gekehrte der kleinste; darauf folgt ein grösserer, und auf der dritten Platte ein noch grösserer Ausschnitt. So wird an der ersten Platte das Licht nur durch eine, an der zweiten durch zwei, an der dritten durch drei Papierlagen geschwächt, und man kann so auch Lichter von sehr differenter Intensität vergleichen, je nachdem man den ersten, zweiten oder dritten Grad der Schwächung benutzt.

Hierbei giebt also die Differenz der bekannten Lichtstärke, und des durch die Platten absorbirten Lichtes die gesuchte Intensität.

Eine fernere Methode zur Messung des Lichtes ist die, dass man zwei weisse rotirende MASSON'sche Scheiben, die eine mit dem bekannten, die andere mit dem gesuchten Lichte beleuchtet, und untersucht, wie viel Schwarz man der einen Scheibe beimischen muss, bis sie der anderen an Helligkeit gleichkommt.

Auf einem ähnlichen Principe beruhen die Photometer von TALBOT, BABINET und SECCHI.

Wir wissen, dass die Beleuchtung eines Flächenelementes sich ändert mit dem Incidenzwinkel des darauf fallenden Lichtes, und zwar ist diese direct proportional dem Cosinus des Incidenzwinkels. Sucht man nun die Intensität einer Lichtquelle, so kann man die Intensität eines bekannten Lichtes durch Veränderung seines Incidenzwinkels — Neigung der beleuchteten Fläche gegen die auffallenden Strahlen — in genau zu bestimmendem Masse schwächen, bis zwei gleich grosse Flächenelemente von beiden Lichtquellen gleich stark beleuchtet werden. Hierauf beruht der Photometer von POTTER.

BREWSTER, QUETELET, DUWE benutzten zur Photometrie die Schwächung, welche das Licht durch Brechung und Zurückwerfung an unbelegten Glasplatten erleidet[1].

Die vollkommenste Anwendung hat dieses Princip in dem Photometer von ARAGO gefunden[2].

HELMHOLTZ[3]) beschreibt es folgendermassen:

»Die Lichtquelle dieses Photometers ist ein transparenter, ebener, senkrecht stehender Papierschirm, der am Fenster steht, und in allen seinen Theilen gleichmässig erleuchtet sein muss; was sich übrigens durch das Instrument selbst controlliren lässt. Senkrecht gegen den Schirm, und gegen den Horizont, ist ferner aufgestellt eine planparallele Glasplatte, unter deren Mitte sich ein Zapfen befindet, um welchen als Axe ein Rohr in einer horizontalen Ebene drehbar ist. Das Rohr ist horizontal gegen die Mitte der Platte gerichtet, und der Beobachter, welcher durch das Rohr sieht, erblickt theils durch die Platte einen Theil des Papierschirms, theils in ihr gespiegelt, einen andern Theil dieses Schirmes. Rechts und links von der Glasplatte, zwischen ihr und dem Schirm, sind horizontal, und in etwas verschiedener Höhe, schwarze Stäbe angebracht, die dicht neben einander, theils durch die Platte, theils von ihr gespiegelt, gesehen werden. Wo der gespiegelte schwarze Stab erscheint, sieht der Beobachter das

---

1) 28 bis 29 Reflexionen genügen, um Sonnenlicht zu verlöschen. — HELMHOLTZ l. c. pag. 330.

2) Oeuvres de FR. ARAGO X. pag. 184—221.

3) Phys. Optik. pag. 330.

durchgelassene Licht des weissen Schirms allein; wo der schwarze Stab im durchgelassenen Lichte erscheint, sieht der Beobachter das gespiegelte Licht des weissen Schirms. Die Röhre wird nun so gestellt, dass die beiden schwarzen Streifen gleich hell erscheinen, und der Winkel, unter dem die Röhre gegen die Glasplatte gerichtet ist, wird durch eine passend angebrachte Theilung gemessen. Man kann nun das einfallende, oder das gespiegelte Licht allerlei andern Einwirkungen unterwerfen, und wird dann im Allgemeinen einen andern Winkel erhalten, unter dem gesehen, die beiden Bilder gleich hell erscheinen. Um aus diesem Winkel die stattfindende Schwächung des Lichtes berechnen zu können, muss vorher empirisch bestimmt sein, wie sich bei den verschiedenen Einfallswinkeln die durchgelassenen zu den gespiegelten Lichtmengen verhalten, wozu ARAGO ein besonderes Verfahren vorgeschlagen hat, welches darauf beruht, dass die beiden Strahlenbündel, welche ein doppelbrechender Krystall giebt, gleich stark, und jeder einzelne halb so stark ist, als der ungetrennte Strahl. Indem er so eines der beiden Strahlenbündel durch Verdoppelung halbirt, oder vertheilt, kann er die Stellungen ermitteln, wo das durchgelassene Licht das Viertel, die Hälfte, das Doppelte, das Vierfache des zurückgeworfenen ist, und schliesslich durch Interpolation die betreffenden Verhältnisse auch für alle zwischenliegenden Winkel bestimmen.«

Polarisirtes Licht wurde zur Photometrie verwendet ebenfalls von ARAGO, und zwar nach einem Principe, dem wir auch später wieder begegnen werden.

Lässt man nämlich polarisirtes Licht von der Intensität J durch einen doppelbrechenden Krystall fallen, und macht die Polarisationsebene dieses Lichtes mit dem Hauptschnitt des Krystalls einen Winkel φ, so erhält man durch die doppelte Brechung zwei senkrecht auf einander polarisirte Strahlenbündel, deren Lichtintensitäten sind $J.\cos^2\varphi$ und $J.\sin^2\varphi$. — Sobald man also den Winkel φ messen kann, so kennt man auch die Lichtintensitäten der beiden Bündel. Mit Hülfe NICOL'scher Prismen kann man eines der beiden eliminiren [1]).

Nach letzterem Princip haben BERNARD und BEER ihre Photometer construirt.

Die zwei zu vergleichenden Lichtarten werden jede durch ein NICOL'sches Prismenpaar, und dicht neben einander in das Auge geleitet. Durch Drehung des einen Nicols kann das stärkere Licht dem schwächeren gleich gemacht, und aus dem Drehungswinkel seine Intensität bestimmt werden.

Aehnlich in dem Photometer von ZÖLLNER: [2])

Das bekannte Licht einer Petroleumflamme wird polarisirt, und damit das halbe Gesichtsfeld eines Rohres beleuchtet. Die andere Hälfte desselben wird beleuchtet durch das auf das erste senkrecht polarisirte Licht der zu untersuchenden Quelle. Zwischen diesem zweifach beleuchteten Felde und dem Auge befinden sich zwei NICOL'sche Prismen, welche um die Axe des Rohres gedreht werden können. Der Grad der Drehung lässt sich an einem Nonius ablesen. Durch Drehung der Nicols wird die eine Lichtart verstärkt, die andere geschwächt, und man kann so eine Stellung finden, bei welcher beide Gesichts-

1) Vergl. Farbenmesser von ROSE.
2) ZÖLLNER, Pogg. Annalen C. pag. 239. 1857.
—— Grundzüge einer allgemeinen Photometrie des Himmels. Berlin 1861.
—— Photometrische Untersuchungen. Leipzig 1865.

feldhälften gleich hell erscheinen. Dann verhalten sich die Intensitäten der beiden Lichtquellen wie tg^2 resp. ctg^2 des Winkels, um welchen die Nicols gedreht werden.

Auch Babinet verwendet in seinem Apparate zur Vergleichung der Helligkeit von Gaslicht, polarisirtes Licht[1]). »Eine Röhre läuft in zwei Schenkel aus, von denen der eine die Verlängerung der Röhre bildet, während der andere mit dieser einen Winkel von 70° einschliesst. Beide sind durch mattgeschliffene Glastafeln geschlossen. Am Scheitel des Winkels wird die Röhre von einem Satz Glasplatten durchsetzt, welcher den Winkel halbirt. Werden nun vor die beiden Röhrenenden Lichtquellen gesetzt, so tritt das Licht der einen Quelle in das gemeinsame Röhrenstück, nachdem es von dem Glassatz durchgelassen, und senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirt ist, und das andere Licht, nachdem es reflectirt, und in der Einfallsebene polarisirt ist. Das gemeinsame Röhrenstück ist durch ein Soleil'ches Polariskop geschlossen.«

»So lange die beiden senkrecht gegen einander polarisirten Lichtmengen ungleiche Intensität haben, sieht man hier complementär gefärbte Halbkreise. Die Farben verschwinden, wenn man beide Lichtmengen dadurch gleich macht, dass man die Entfernung der Flamme verändert. In diesem Instrumente ist also die Vergleichung der Lichtstärke für das Auge zurückgeführt auf die Vergleichung der Farben benachbarter Flächen.«

»Im Principe ähnlich ist das auf einer Idee von Neumann beruhende Photometer von Wild, aber durch die Abänderung des physiologischen Theils des Apparates scheint in diesem Instrumente der höchste Grad von Empfindlichkeit erreicht zu sein. Die beiden zu vergleichenden Strahlen fallen parallel mit einander auf das Instrument und werden schliesslich zur Deckung gebracht, indem der eine unter dem Polarisationswinkel erst von einer Glasplatte A und dann von einem ihr parallelen Satze von Glasplatten B reflectirt, und vollständig polarisirt wird, während der andere Strahl durch den Glassatz B hindurchgeht. Ehe dieser zweite Strahl jedoch unter dem Polarisationswinkel auf den Glassatz B trifft, ist er schon durch einen eben solchen Glassatz C hindurch gegangen. Der Glassatz C ist um eine Axe drehbar, sodass der Strahl ihn unter verschiedenen, genau messbaren Winkeln passiren kann, wodurch die Menge des durchgelassenen Lichtes und das Verhältniss seiner Polarisation geändert wird. Uebrigens ist der Glassatz C so gestellt, dass die Polarisation, die der Strahl in ihm erhält, entgegengesetzt ist derjenigen, welche ihm der Glassatz B mittheilen würde.«

»Lassen wir den zweiten Strahl senkrecht durch C gehen, so fällt er unpolarisirt auf B, und wird hier entgegengesetzt dem ersten, reflectirten Strahle polarisirt, mit dem er übrigens von da ab, auf demselben Wege vereinigt, weiter geht. Wird C mehr und mehr geneigt, so nimmt die Menge polarisirten Lichtes im zweiten Strahle mehr und mehr ab, und zwar in einem Verhältnisse, welches man nach Messung des Einfallswinkels berechnen kann. Mit dem vollständig polarisirten ersten Strahle wird also eine variable Menge theils entgegengesetzt polarisirten, theils natürlichen Lichtes des zweiten Strahles gemischt. Dieses gemischte Licht geht nun schliesslich durch eine senkrecht zur Axe geschnittene Kalkspathplatte und einen Turmalin. Ist die Menge polarisirten Lichtes in beiden

1) Helmholtz l. c. p. 884.

Strahlen gleich gross, so sieht der Beobachter nichts von dem Kreuz mit Ringen in der Kalkspathplatte, wohl aber wird dieses Kreuz sichtbar, sobald die Mengen polarisirten Lichtes in beiden Strahlen nicht gleich gross sind. Die Empfindlichkeit des Auges im Erkennen der Polarisationsfigur des Krystalls zeigte sich ausserordentlich gross, sodass bei wiederholten Einstellungen das Verhältniss der Intensitäten sich nur um $\frac{1}{200}$ verschieden fand.«

»Eine noch grössere Genauigkeit hat Wild in seinem neueren Photometer erreicht, wo er statt der polarisirten Glasplatten doppelbrechende Krystalle, und als Polariscop zwei gekreuzte Bergkrystallplatten benutzte, welche unter 45° gegen die Axe geschnitten sind. Durch Linsen sind die Strahlen, die hindurch gehen, parallel gemacht. Dergleichen Platten zeigen ein geradliniges Fransensystem, von dem bei passender Einstellung des Apparates nur ein Querstreifen ausgelöscht wird, während zu beiden Seiten die Farben complementär sind. Der Beobachter kann sehr genau auf die Mitte der ausgelöschten Fransen das Fadenkreuz einstellen. Nach Wild's Angaben beträgt der Fehler bei einmaliger Einstellung nur zwischen 0.001 und 0.002 der Lichtstärke.«

§ 9. **Photometrie beruhend auf Sehschärfebestimmung.** Da wir wissen, dass unsere Sehschärfe innerhalb gewisser Grenzen, d. h. bei geringer Beleuchtung, mit der Zunahme der Helligkeit steigt, mit ihrer Abnahme sich vermindert, so können wir auch diese Erfahrung zur Photometrie benutzen.

Man stellt sich wiederum zwei aneinander stossende Felder von bekanntem, und von unbekanntem Lichte her, und bringt in beide die gleiche Reihe von Sehproben. Nun schwächt man beide Beleuchtungsintensitäten nach einer der oben angegebenen Methoden um so viele bekannte Einheiten, dass die Sehschärfe in beiden Feldern dieselbe wird, z. B. $V = \frac{1}{4}, \frac{1}{2}$.

Es ist hierbei also von untergeordneter Bedeutung, ob sich die Sehschärfe der Beleuchtungsintensität gerade proportional verhalte, weil wir nicht aus den Verhältnissen verschiedener Sehschärfen auf verschiedene Lichtintensitäten, sondern von gleichen Sehschärfen auf gleiche Intensitäten schliessen.

Eine *conditio sine qua non* dieser Methode ist es, dass die Sehprüfungen immer gleichzeitig, und mit dem gleichen, oder mit beiden Augen vorgenommen werden. Dies lässt sich so bewerkstelligen, dass man die Trennungslinie der beiden Flächen gerade auf die Mitte der Pupille richtet, z. B. die beiden Enden des Snellen'schen Metroscopes auf die zu vergleichenden Flächen einstellt, während man durch das Ocular die Probeobjecte, z. B. parallele Linien mit stetig sich verkleinernder Distanz, neben einander betrachtet, oder aber indem man mit dem gleichen Auge schnell und wiederholt nach einander die eine und die andere Fläche ansieht.

Da wir die Photometrie mittelst der Sehschärfe vornehmen, so lässt sich die successive Prüfung leichter ausführen, indem man die der einen und die der andern Beleuchtungsintensität entsprechenden Eindrücke, eben weil sie auf bestimmten Formen beruhen, behält, und nicht vergisst, wie es bei successiver Betrachtung von Flächen, die allein in der Helligkeit differiren, der Fall ist. Macht man die Prüfungen rasch hinter einander, so bleibt auch für beide Lichtstärken die Weite der Pupille annähernd dieselbe, um so mehr, als wir von Anfang an die Differenz der beiden möglichst gering machen.

Die Prüfung *à double vue*, in der Art, dass das eine Auge auf die eine, das andere auf die andere Fläche gerichtet wäre, kann man hierzu nur dann verwerthen, wenn beide Augen vollkommen gleich sind.

Wir haben also bei der Betrachtung der einen und der anderen Fläche gleiche Adaption und gleiche Sehschärfe, von welchen wir auf gleiche Beleuchtungsintensität der beiden Flächen schliessen. Da wir aber die Mittel kennen, welche wir brauchten, um das unbekannte dem bekannten Lichte gleich zu machen, so können wir daraus auch seine absolute Intensität berechnen.

Diese Methode der Photometrie hat noch den bedeutenden Vortheil, dass geringe Differenzen der Farbe des Lichtes hierbei weniger in Betracht kommen, als bei der Vergleichung zweier homogener Flächen, auf welch letzterem Wege sich verschieden farbiges Licht in seiner Intensität niemals vergleichen lässt.

§ 10. Ausser von dem Gesichtswinkel und der absoluten Helligkeit, hängt die Sehschärfe noch ab von dem Helligkeitsunterschiede der Gesichtsobjecte:

Vermindert sich der Helligkeitsunterschied zwischen Object und Umgebung, so nimmt die Intensität des Eindrucks, den das Auge von dem Objecte bekommt, ebenfalls ab, und wird $= 0$, wenn die Differenz weniger als $\frac{1}{100}$, oder in allergünstigsten Verhältnissen weniger als $\frac{1}{180}$ beträgt. Eine Unterschiedsconstante, wie sie das Fechner'sche Gesetz [1]) verlangt, besteht nicht (Aubert) [2]). Für die mittleren Grade der Helligkeit ist sie erst eine Annäherung an die Wahrheit (§ 12).

Es ist also sehr wichtig, dass das Verhältniss zwischen der Helligkeit des Objectes und der Helligkeit des Grundes stets dasselbe bleibe. Dies erreicht man am einfachsten dadurch, dass man den Grund möglichst weiss und das Object möglichst schwarz macht, oder umgekehrt. Es ist dies auch bei den Objecten der einfachen Sehprüfung im Allgemeinen der Fall, nur hat man darauf zu achten, dass das Verhältniss bleibe, und weder der Grund von seiner Helligkeit, noch die Figuren von ihrer Dunkelheit verlieren.

Störend für die Sehprüfung können werden: secundäre Lichtquellen. Ein leuchtender Gegenstand, ein Reflex im Zimmer, oder von der Wand eines gegenüberliegenden Hauses, oder von der Brille des Patienten etc. sind im Stande, dessen Sehschärfe bedeutend herabzusetzen. Man muss deshalb auf solche Einflüsse ein ganz besonderes Augenmerk richten und sie vollständig eliminiren, falls man sich in den Resultaten seiner Untersuchung nicht Täuschungen aussetzen will.

Endlich ist von grosser Bedeutung für die Sehprüfung die Adaption der Netzhaut.

§ 11. **Die Adaption der Netzhaut.** Ein Auge das von einem hellen Raume in einen noch hellern, oder in einen dunklern kommt, braucht eine gewisse Zeit, bis

---

1) Fechner's psychophysisches Gesetz, Abhandlungen der sächs. Acad. 1858. p. 457 und 461.

2) Aubert, Abhandlungen der schlesischen Gesellsch. d. Wissensch. Abth. f. Naturw. u. Medicin. 1861. H. I. p. 81. und Moleschott's Untersuchungen. Bd. VIII. p. 304. Vergl. auch Helmholtz, Phys. Optik p. 315.

seine Netzhaut sich dem neuen Lichte adaptirt hat. Ebenso bedarf es einer Adaption nach längerer Anstrengung bis die Retina wieder ihre normale Empfindlichkeit erreicht hat.

Die Adaption steigt im Dunkeln, so wie nach Ermüdung, mit der Zeit, und scheint ihr Maximum zu erreichen nach drei Stunden (AUBERT); jedoch nimmt sie gleich Anfangs so rasch zu, dass sie schon nach $^1/_4$ Stunde nicht mehr sehr weit vom Maximum entfernt ist, jedenfalls nach dieser Zeit keine bedeutenden Fehler in der Sehprüfung mehr verursachen kann.

Natürlich richtet sich die Zeit auch nach der Differenz zwischen der Lichtstärke, welcher das Auge erst ausgesetzt war, und der, für welche es sich adaptiren soll.

Eine andere Function der Zeit sind die Augenbewegungen:

Ein Object erscheint viel deutlicher, wenn das Auge Zeit hat, durch minimale Bewegungen seine *Macula lutea* so zu sagen successive auf allen Theilen des Objectes herumzuführen. Man hat deshalb, um den Einfluss der Augenbewegungen auf die Sehschärfe zu bestimmen, vergleichende Sehprüfungen gemacht, erst bei ruhiger, heller Beleuchtung, und dann im Dunkeln, mit nur momentaner Beleuchtung durch einen electrischen Funken. VOLKMANN [1]) findet auf diese Weise, dass er 2 Linien von 0.5''' Distanz auch bei der kurzen Zeit der Entladung einer Leydener Flasche noch getrennt erkennt.

Wir haben die Versuche mit SNELLEN's Schriftproben in der Art gemacht, dass wir erst unsere Sehschärfe bei anhaltendem electrischem Lichte bestimmten. Dann verdunkelten wir das Zimmer, bis von den Buchstaben nichts mehr gesehen werden konnte, wir aber doch noch ihren Ort erkannten, um bei der nun folgenden Entladung eines electrischen Funkens die Fixation und Accommodation schon geregelt zu haben. Es zeigte sich dabei, dass allerdings ganz einfache Schriftzeichen noch erkennbar waren, etwas complicirte aber nicht mehr, ja dass auch von den einfachen nur der gerade fixirte Theil vollkommen deutlich erschien. Von diesem Theile schliesst man dann unwillkürlich auf die übrige Form, welche mehr verwaschen ist. Dies Verhältniss tritt noch mehr zu Tage bei grösseren Figuren, deren Bild mehr als die *Fovea centralis* deckt.

Es scheint also, dass die Augenbewegungen schon des normalen Auges doch nicht ganz ohne Bedeutung sind für die Bestimmung der Sehschärfe; jedenfalls aber kommen sie sehr in Betracht in den pathologischen Zuständen, wo z. B. die *Fovea centralis* allein, oder ein anderer beschränkter Theil der Netzhaut die Sehschärfe vermitteln muss.

§ 12. **Photoptometrie, Prüfung des Lichtsinnes der Retina.** Lichtsinn und Formsinn der Netzhaut stehen nicht in constantem Verhältniss zu einander. Es ist deshalb nothwendig, sie getrennt zu prüfen.

Der Lichtsinn wird bestimmt durch die kleinste Helligkeitsdifferenz, welche die Netzhaut noch zu unterscheiden vermag.

Wir haben hier also wieder dieselben drei Factoren, wie bei der Photometrie: zwei Lichter von verschiedener Intensität und die Netzhaut, nur haben wir dabei eine andere Unbekannte. Während wir bei der Photometrie aus der

---

1) WAGNER's Handwörterb. III. p. 335.

einen Lichtintensität und dem als constant vorausgesetzten Lichtunterscheidungsvermögen der Retina die fragliche Lichtintensität bestimmen, haben wir hier zwei bekannte Lichtquellen, aus deren Differenz wir auf die Function der Netzhaut schliessen.

Wir könnten uns also zur Lichtsinnprüfung aller oben erwähnten Photometer bedienen, wenn wir statt eines bekannten und eines unbekannten, zwei bekannte, am besten zwei gleiche Lichter nehmen und dann bestimmen würden, wie gross die Intensitätsdifferenz zwischen beiden werden kann, bis ein untersuchtes Auge dessen gewahr wird.

Hat man z. B. zwei gleich starke Lichter und lässt sie von demselben Stabe auf dieselbe Fläche Schatten werfen, so kann man das eine Licht so weit entfernen, bis der von ihm entworfene Schatten auf der vom andern Lichte beleuchteten Fläche nicht mehr sichtbar ist. Ist die Intensität jedes Lichtes wieder $= J$, die bleibende Entfernung des ersten von der Tafel $= d$; die veränderte Entfernung des zweiten $= d_,$, so wird die Fläche beleuchtet durch $\frac{J}{d^2} + \frac{J}{d_,^2}$; der dem entfernten Lichte entsprechende Schatten wird beleuchtet durch $\frac{J}{d^2}$. Er verdankt seine Sichtbarkeit der Helligkeitsdifferenz zwischen seiner Beleuchtung und der des Grundes.

Verringert man die Beleuchtung des Grundes durch Entfernung der einen Lichtquelle bis der Schatten gerade verschwindet, so heisst das: das Auge vermag zwischen $\frac{J}{d^2}$ (der Beleuchtung des Schattens) und $\frac{J}{d^2} + \frac{J}{d_,^2}$ (der Beleuchtung des Grundes) nicht mehr zu unterscheiden. Also ist $\frac{J}{d_,^2}$ = dem gesuchten Factor d. h. der kleinsten wahrnehmbaren Helligkeitsdifferenz. Diese ist im Normalzustande unter gewöhnlichen Verhältnissen ungefähr $\frac{1}{100}$.

Zur Prüfung des Lichtsinnes verwenden wir in der Praxis am einfachsten die Masson'sche Scheibe: Wir nehmen dazu 2 kreisrunde Scheiben, eine weisse und eine möglichst schwarze, beide nicht reflectirend, und schneiden sie in radiärer Richtung ein, setzen auf der schwarzen aber den Schnitt noch parallel der Peripherie weiter fort. Dies so theilweise losgelöste Stück kann man von hinten her in die Lücke der weissen Scheibe einsetzen und beliebig weit vorschieben, sodass man dadurch auf dem weissen Grunde einen um messbare Grade veränderlichen, schwarzen Sectorentheil erhält. Dreht sich dann die Scheibe mit einer Geschwindigkeit von etwa 50 in einer Secunde, so erzeugt der schwarze Sector einen grauen Kranz auf dem weissen Grunde, dessen Intensität in directem Verhältniss steht zu der Grösse des Sectors. Durch Verkleinerung des Sectors, bis der von ihm erzeugte Kranz gerade die Grenze seiner Sichtbarkeit erreicht hat, findet man direct die kleinste noch wahrnehmbare Helligkeitsdifferenz. Ist die Helligkeit des weissen Grundes $= 1$, der schwarze Sector $= x^\circ$, so ist die gesuchte Helligkeitsdifferenz $D = \frac{x}{360}$.

Masson fand $x = 3^\circ$, also $D = \frac{1}{120}$. Dies wäre allerdings nur in dem Falle absolut richtig, wenn Schwarz alles Licht absorbiren und keines reflectiren würde.

Eine ähnliche, aber noch einfachere Einrichtung hat Donders an der Masson'schen Scheibe angebracht:

Vom Centrum der weissen Scheibe aus geht ein radiärer schwarzer Streif zur Peripherie, der an verschiedenen Punkten durch eine weisse Brücke unterbrochen wird. Dieser überall gleich breite Streif bedeckt von der Peripherie nach dem Centrum zu einen immer grössern Sector. Im Centrum selbst z. B. bildet er gerade die Hälfte eines mit seiner Breite als Durchmesser gedachten Kreises. Bei schneller Rotation der Scheibe ruft jeder Theil des Streifs einen grauen Ring hervor, der desto dunkler ist, je näher er dem Centrum liegt. Zwischen je zweien bleibt immer, der Lücke entsprechend, ein weisser Ring. So kann man zur Prüfung des Lichtsinnes den Untersuchten einfach fragen: **wie viele** dunkle Ringe er noch zu unterscheiden vermöge.

Ist die Helligkeit der Scheibe $= 1$, die Breite der Striche $= d$, die Entfernung eines Punktes eines schwarzen Striches vom Centrum der Scheibe $= r$, so ist die Helligkeit h des grauen Streifens, der bei der Rotation entsteht,

$$h = 1 - \frac{d}{2r.\pi}.$$

Es zeigt sich, dass die Unterschiedsempfindlichkeit D abhängig ist von der allgemeinen Beleuchtung: Sie steigt mit zunehmender Beleuchtung bis $^1/_{167}$ (Helmholtz) [1]) und erreicht ihr Maximum, $^1/_{185}$ (Aubert), bei Beleuchtung mit hellem, diffusem Tageslichte. Wird die Beleuchtung noch intensiver, so nimmt D wieder ab. Also muss auch hier stets die absolute Helligkeit gemessen und in Rechnung gebracht werden. Will man ganz genaue Resultate haben, so muss ausserdem noch berücksichtigt werden, dass das schwärzeste Schwarz weit davon entfernt ist, alles Licht zu absorbiren, und noch einen guten Theil reflectirt, sodass es höchstens 57mal dunkler ist als Weiss (Aubert). Dies kommt namentlich auch dann in Betracht, wenn man einen weissen Sector auf schwarzem Grunde rotiren lässt.

Der Lichtsinnmesser von Förster [2]) besteht aus einem inwendig geschwärzten, viereckigen Kasten von 12″ Länge, 6″ Höhe, 8″ Breite, welcher an der kleinen Seitenfläche 2 Oeffnungen für beide Augen, und neben diesen ein grösseres Lichtfenster von 2 □″ besitzt. Dies Fenster ist mit weissem Papier überspannt und wird beleuchtet von einer Normalkerze, die in einem mit dem Apparate verbundenen Kamine brennt. Sie bildet für das Innere des Kastens die einzige Lichtquelle, welche modificirt werden kann durch ein dem Fenster aufliegendes veränderliches Diaphragma. Dies wird gebildet durch zwei rechtwinklig ausgeschnittene, schwarze Messingplatten, die sich so übereinander verschieben lassen, dass ihre Ausschnitte zusammen immer ein Quadrat bilden, und zwar bewegen sich beide stets um gleiche Grössen, sodass das Centrum der Diaphragmaöffnung immer dem Centrum des Fensters und der Mitte des Lichtes entspricht. Die Grösse der Lichtquelle variirt nach der Grösse der Diaphragmaöffnung von 1 □Mm. bis 1500 □Mm. An zwei eingetheilten Linealen, welche sich mit den Diaphragmahälften verschieben, lässt sich die Grösse der Oeffnung ablesen.

---

1) Helmholtz l. c. p. 314.

2) Zehender's klin. Monatsbl. 1871. p. 33 und: Ueber Hemeralopie und die Anwendung eines Photometers in der Ophthalmologie. (Breslau 1857).

Bringt man in den Kasten Objecte, z. B. schwarze Striche auf weissem Grunde, welche bei minimaler Lichtquelle gerade noch von einem normalen Auge können erkannt werden, so lässt sich durch Vergrösserung der Oeffnung die Beleuchtungsintensität finden, welche ein pathologisches Auge braucht, um dasselbe zu erkennen, und das Lichtempfindungsvermögen soll im umgekehrten Verhältniss stehen zur Intensität des Lichtes, welches erforderlich ist, um das Object noch zu erkennen. Auf diese Weise aber erhält man nicht ganz reine Resultate, denn es muss, wie oben bemerkt, der Lichtsinn allein, und getrennt vom Formsinn gemessen werden; die im Kasten angebrachten Objecte aber nehmen gerade wieder den Formsinn in Anspruch und vermischen so die beiden Untersuchungen. Aus demselben Grunde sind auch die Apparate von v. Hippel und von Weber in ihrer angegebenen Form keine Lichtsinnmesser, wohl aber sehr practische Instrumente zur Prüfung des Einflusses verschiedener Beleuchtung auf die Sehschärfe.

Wir ziehen es also vor, statt complicirter Objecte, nur eine, in eine schwarze und eine weisse, resp. in eine hell- und eine dunkelgraue Hälfte getheilte Wand im Grunde des Förster'schen Kastens anzubringen, und fragen den Untersuchten, wann er die Differenz zwischen Hell und Dunkel zu unterscheiden vermöge. — Man hat allerdings auch hier wieder den Fehler, dass Schwarz noch viel Licht reflectirt, allein wenn wir die Prüfungen mit dem Apparate an verschiedenen Augen unter denselben Umständen vornehmen, so lassen sich die Resultate doch direct vergleichen und Förster's Lichtsinnmesser bleibt für verschiedene Zwecke ein sehr brauchbares Instrument, zumal wenn man, um möglichstes Dunkel zu erreichen, das Innere mit schwarzem Sammet auspolstert noch mehr Rücksicht auf absoluten Verschluss nimmt, und kurze Ansätze zum Anlegen der Augen anbringt, damit neben denselben kein Licht eindringen kann. Wie wichtig die Frage nach dem Lichtsinne im Verhältniss zum Formsinne ist, zeigen u. A. auch die interessanten Resultate, welche Förster [1]) mit seinem Apparate bei verschiedenen Leiden des innern Auges und des Centralorgans erhalten hat.

Wir können denselben aber nicht nur als Lichtsinnmesser, sondern auch als wirklichen Photometer verwerthen, und zwar mittelst der unter § 9 beschriebenen Methode. Wollen wir z. B. die Helligkeitsintensität einer durch Tageslicht beleuchteten Wand messen, so bringen wir Sehprüfungsobjecte einerseits auf dieser Fläche, andrerseits in dem Förster'chen Kasten an, und zwar beide in gleicher Distanz. Die Helligkeit in letzterem nehmen wir als Norm an, die der mit Tageslicht beleuchteten Fläche dagegen schwächen wir durch zwei mit der Hypothenusenfläche aufeinander liegende Prismen, einem schwarzen und einem farblosen (§ 8), deren brechende Kanten entgegengesetzt gerichtet sind. Sehen wir nun in schnellem Wechsel in den Kasten und durch die Prismen auf die Wand, oder mit dem Metroskop (§ 9) gleichzeitig auf beide, so finden wir leicht die Stelle der Prismen, durch welche unsere Sehschärfe die gleiche ist, wie die im Kasten. Kennt man das Lichtabsorptionsvermögen der betreffenden Stelle der Prismen, dann ist die gesuchte Beleuchtungsintensität der Fläche minus das durch die Prismen absorbirte Licht gleich dem Normallicht des Förster'schen Apparates.

---

1) l. c. p. 341.

Häufig genügt es, sich davon zu überzeugen, ob überhaupt noch Lichtempfindung vorhanden ist.

Dies erreicht man einfach dadurch, dass man den Patienten in der Richtung einer Lampenflamme sehen lässt, die man bald mit einem undurchsichtigen Schirm verdeckt, bald wieder abdeckt, und den Untersuchten angeben lässt, ob er die Veränderung in der Beleuchtung wahrnimmt oder nicht.

Zur Constatirung grösserer Differenzen lässt man einen lichtreflectirenden, concaven Augenspiegel dem Auge nähern, oder davon entfernen, oder man schraubt die Flamme des Lichtes etwas höher oder tiefer (§ 5).

Um aber auch bei diesen Untersuchungen etwelche Genauigkeit zu erreichen, hat v. Gräfe einen Lichtsinnmesser construirt.

Dieser besteht aus einem hölzernen Kasten, dessen oberer Theil ein Kamin trägt, worin eine Kerze brennt. Damit ihre Flamme immer an derselben Stelle bleibe, steht die Kerze in einer Hülse, die oben theilweise geschlossen ist, und nur im Centrum eine Oeffnung für den Docht besitzt. Eine unter der Kerze angebrachte Feder drückt dieselbe nach oben, sodass sie, während sie oben verbrennt, stets von unten nachgeschoben wird. Vor der Flamme steht eine Convexlinse, um ihre Brennweite von ersterer entfernt. Es fallen dann die Lichtstrahlen parallel auf die Oeffnung eines senkrecht stehenden Schirmes. Diese Oeffnung ist quadratisch, und wird gebildet durch die rechtwinkligen Ausschnitte zweier Metallplatten, welche sich durch einen einfachen, aber unpractischen Schraubenmechanismus übereinander schieben lassen. Eine Seite des Quadrates ist so eingetheilt, dass die Verschiebung der Platten um je einen Theilstrich, eine Vergrösserung der Fläche von 1 — 2 — 4 — 8 — 12 — 20 — 30 — 50 — 75 — 100 ergiebt.

Zu beiden Seiten der Oeffnung angebrachte Rinnen machen es möglich, durch eingeschobene Milchglasplatten das Licht zu schwächen, oder durch farbige Gläser zu färben.

Man wird alle diese Untersuchungen immer am besten im ganz verfinsterten Zimmer vornehmen, und falls das andere Auge noch sieht, dasselbe auf's Sorgfältigste, am besten mit einem dicken Watteverband verschliessen.

Ist man wegen sehr herabgesetzter Sehkraft des Patienten genöthigt, denselben sehr nahe an die Lichtquelle zu bringen, so darf man nie vergessen, dass derselbe auch aus der strahlenden Wärme auf den Ort, oder die Intensität des Lichtes schliessen kann.

Literatur.

Alfred Smee, The Eye in health and desease. London 1854.

Fechner's phychophys. Gesetz. Abhandl. d. sächs. Acad. pag. 457 und 462. 1858.

Wild, Mittheilungen der Bern. naturforsch. Gesellsch. Nr. 427—429. 1859.

Zoellner, Photometrische Untersuchungen. Dissert. Basel 1859.

——, Pogg. Annalen. C. pag. 239. 1857.

——, Grundzüge einer allgemeinen Photometrie des Himmels. Berlin 1861.

——, Photometrische Untersuchungen. Leipzig 1865.

Aubert, Beiträge zur Physiologie der Netzhaut, in Abhandl. der schlesischen Gesellsch. Abth. f. Naturw. und Medicin. St. I. pag. 61. 1861.

——, Moleschott Untersuchungen. Bd. VIII. pag. 304. 1861.

——, Physiologie der Netzhaut. I. u. II. Hälfte. Breslau 1864.

Vincenz Czerny, Ueber Blendung der Netzhaut durch Sonnenlicht. Sitzb. d. königl. Acad. d. Wissensch. II. Abth. Oct.-Heft. Bd. LVI. 1867.
A. Sichel, fils, De l'anesthésie rétinienne. Annales d'Oculistique. Mai-Juni. 1870.
N. Th. Klein de l'influence de l'éclairage sur l'acuité visuelle. Paris 1873.

III. Chromatoptometrie.

Die Prüfung des Farbensinnes.

§ 13. **Chromatoptometrie** nennen wir die Prüfung des Auges auf die Empfindlichkeit für Lichtstrahlen verschiedener Wellenlänge.

Roth, Gelb, Grün, Blau bezeichnen wir als Principalfarben.

Roth, Grün, Violett als Grundfarben.

Farbenton ist nach Aubert die Scale der Empfindungen, welche von der Wellenlänge der Aetherschwingungen oder von dem Verhältniss, in welchem zwei Pigmente gemischt werden, abhängig sind.

Farbennuance (Aubert), oder Sättigungsgrad (Helmholtz), die Empfindung, welche hervorgerufen wird durch Mischung einer Farbe mit Weiss, Grau oder Schwarz.

Farbenintensität (Aubert), oder Lichtstärke (Helmholtz), der Eindruck, der abhängig ist von der Schwingungsexcursion (Spectralfarben) oder der Intensität der Beleuchtung (Pigmente).

Bei allen Farbenprüfungen hat man auf folgende Punkte genau zu achten:

1) Die Adaption. Ein Auge, das geblendet oder ermüdet ist, sei es durch weisses oder durch farbiges Licht, ergiebt ganz andere Resultate bei der Farbenprüfung, als ein adaptirtes. Auch verschwindet die Farbe eines Objectes für das sie betrachtende Auge nach langer Fixation gänzlich, und zwar fängt sie dabei von der Peripherie nach dem Centrum hin an, allmälig dunkler und dunkler zu werden.

Deshalb muss man das Auge bei den Farbenprüfungen, gerade wie bei Lichtsinn- und Sehprüfungen, sich für die Beleuchtung des Raumes, in welchem diese vorgenommen werden, adaptiren lassen, namentlich aber soll man Farbenprüfungen nicht zu lange Zeit ausdehnen, und das Auge zwischen den einzelnen Versuchen wieder ruhen lassen.

2) Die allgemeine Beleuchtung. Die Intensität der Beleuchtung sowohl, als die Farbe derselben, sind von dem grössten Einfluss auf die Farbenperception, und zwar ist derselbe für verschiedene Farben ein verschiedener, oft sogar ein umgekehrter.

Man muss deshalb bei allen Farbenprüfungen angeben, bei welcher Lichtstärke sie vorgenommen wurden. Rathsam ist es ausserdem zwei Prüfungen, die eine in hellem Tageslichte, die andere mit minimaler Beleuchtung anzustellen. Jedenfalls aber soll man nie in farbigem Beleuchtungslichte, sondern stets in weissem, am besten von weissen Wolken reflectirtem untersuchen.

3) Die Farbe des Grundes. Eben so sehr, wie die Farbe der allgemeinen Beleuchtung, beeinflusst auch die des Grundes, auf welchem die Farbe erscheint, ihre Perception durch Contrastwirkung.

Will man darum mit einer Farbe, oder einer Farbenmischung isolirt prüfen, so muss man dazu einen farblosen, schwarzen oder weissen, Grund wählen.

Schwarzer Grund und weisser Grund aber beeinflussen die Farbenperception auch wieder, und zwar nicht für alle Farben in gleicher Weise. Wir rathen daher mit AUBERT, alle Farbenprüfungen auf schwarzem sowohl, als auf weissem Grunde vorzunehmen.

4) Der Gesichtwinkel. Damit eine Farbe erkannt werde, muss sie schon für das normale Auge eine gewisse Ausdehnung besitzen. Jedenfalls darf der Gesichtswinkel für gesunde Augen im Allgemeinen nicht unter 5′ bis 6′ betragen (AUBERT), für kranke muss der Gesichtswinkel meist noch grösser sein.

5) Die Bewegung. Farben, die sich bei ganz ruhigem Stande und ruhiger Fixation nicht mehr erkennen lassen, werden deutlicher, wenn sie oder das betrachtende Auge bewegt werden.

§ 14. Man kann die Farbenprüfungen vornehmen mit Mischfarben, oder mit reinen Farben.

Rein sind die Farben eines Spectrums, welches von einer minimalen Spalte entworfen ist.

Unsere gewöhnlichen farbigen Stoffe, Pigmente, Papiere, Tücher, Wolle etc. sind Mischfarben. Sie reflectiren verschiedene Farben, welche zusammen die Hauptfarbe bilden, und von ihrer Oberfläche noch mehr oder weniger ungefärbtes Licht. Ebenso lassen farbige Gläser und Flüssigkeiten nicht nur eine, sondern mehrere Farben durchscheinen.

Es können deshalb Messungen, ausgeführt mit Pigmenten, weder direct verglichen werden mit Spectralfarbemessungen, noch mit Messungen mittels anderer Pigmente.

Um ersteren Fehler möglichst klein zu machen ist es am besten, Pigmentfarben zu wählen, welche den Spectralfarben möglichst nahe kommen. HELMHOLTZ[1]) giebt als beste Repräsentanten der Spectralfarben folgende Pigmente an:

Roth bis Linie *C*: Zinnober.

Orange von *C* an: Mennige.

Goldgelb bis *D*: Bleioxyd.

Reines Gelb, dreimal so weit von *E* als von *D* entfernt: feines, helles, chromsaures Bleioxyd.

Grün bis Linie *E*: arseniksaures Kupferoxyd (Scheel's Grün).

Cyanblau für das erste Drittel des Raumes *FG*: Berlinerblau (Eisencyanürcyanid).

Indigblau für die zwei letzten Drittel des Raumes *FG*: Ultramarin.

Violett von *G* bis *H*: die Farbe der Veilchen.

Für Purpur, das im Spectrum nicht vorkommt, sondern einer Mischung von Roth und Violett entspricht, und dessen Mischung mit Weiss Rosa giebt, ist der Carmin Repräsentant.

Um die Farbenprüfungen, die man mit Pigmenten angestellt hat, überall vergleichen zu können, wäre es sehr wünschenswerth, sich überall derselben Pigmente zu bedienen. Dieser Wunsch wurde auch am Heidelberger Congress 1869 ausgesprochen, und die farbigen Papiere (Blumenpapiere), welche 1871 bei derselben Gelegenheit vorgelegt wurden, lassen sich zu diesem Zwecke wohl empfehlen.

Um zu untersuchen, aus welchen einfachen Farben ein Pigment zusammengesetzt sei, legt man, wenn dasselbe undurchsichtig ist, einen dünnen Streifen

1) Phys. Optik 227.

davon auf dunkeln Grund, am besten auf schwarzen Sammt, und sieht durch ein Prisma darnach. Das von dem Pigment ausgehende Licht wird dann durch das Prisma in seine einzelnen Bestandtheile zerlegt.

Ist der zu untersuchende Stoff durchsichtig, so kann man ihn zwischen Sonnenlicht und Prisma, oder zwischen Prisma und Auge anbringen, und so prüfen, welche Farben noch durchgelassen werden.

Eine sehr practische Anwendung hat das Prisma im Spectroscope gefunden, dessen Beschreibung S. 45 folgt. Dieses lässt sich sehr gut zur Analyse von Pigmenten verwerthen.

Die Pigmente verlieren von ihrer Farbe durch Sonnenlicht (verblassen), und farbige Papiere ausserdem noch durch Berührung mit der Hand. Sie müssen deshalb stets im Dunkeln gehalten, hie und da wieder controllirt und letztere nur mit der Pincette angefasst werden. Ausserdem dürfen farbige Flächen nie glatt sein, weil sie sonst zu viel ungefärbtes Licht reflectiren.

Wenn die Pigmentfarben auch keine reinen Farben sind, so haben sie dagegen vor den Spectralfarben den Vortheil, dass sie sich leichter handhaben lassen und man von ihnen beliebig grosse Flächen darstellen kann. Man hat dazu verwendet durchsichtige Stoffe, wie farbige Gläser und Gelatine (JAVAL); ferner farbige Tücher, Stickwolle, Papiere. Ob man nun Objecte benutze, welche mit auffallendem oder von durchfallendem Lichte beleuchtet werden, so ist es immer ein grosser Vortheil, möglichst viele Nuancen von Farben zu benutzen. Man fordert den zu Untersuchenden auf, aus der ganzen Zahl diejenigen herauszusuchen und zusammenzulegen, welche ihm gleiche Farbe zu haben scheinen. Auf diese Weise erlangt man schon ein allgemeines Urtheil darüber, ob der Untersuchte alle Farben richtig erkennt, oder ob er einige gar nicht, d. h. als grau sieht, oder sie mit andern Farben verwechselt.

Räthlich ist es jedenfalls, die falsch beurtheilte Pigmentfarbe mit dem Prisma zu analysiren.

Genauere Resultate ergiebt die Prüfung mittelst Farbenmischung, und es lassen sich dazu die Pigmentfarben um so eher verwerthen, als gleich aussehende Farben, gemischt, gleiche Mischfarben geben. Sehen also gewisse Pigmente gewissen Spectralfarben gleich, so werden auch ihre Mischungen gleich denen der Spectralfarbenmischungen. Natürlich aber mischt man das farbige Licht der Pigmente, nicht ihre Stoffe.

Methoden um Pigmentfarben zu mischen sind in Kurzem folgende[1]:

1) Man bringt zwei pigmentirte Flächen in eine Ebene, stellt senkrecht zwischen sie eine farblose Glasplatte, welche die Strahlen des einen Pigmentes durchlässt, während die des andern reflectirt werden. Stellt man sein Auge nun so zu der Glasplatte, dass der Ort der durchgegangenen und der der reflectirten Strahlen sich im Auge decken, so hat man die Farben beider Pigmente wirklich gemischt (LAMBERT).

2) Es lassen sich in einer Camera obscura die Bilder farbiger Flächen mit Hülfe von Convexlinsen zur Deckung bringen.

3) Beim Scheiner'schen Versuche belegt man die feinen Oeffnungen des Diaphragmas mit Gläsern von verschiedener Farbe.

---

1) Vergl. HELMHOLTZ, Phys. Optik p. 272 u. f. — 774.

4) Man sieht durch dicht ans Auge gehaltene farbige Gewebe nach einer entfernten farbigen Fläche. Dann decken sich die Zerstreuungskreise des Gewebes mit dem Bilde der Fläche, und es mischen sich also ihre Farben auf der Retina.

5) Ebenso kann man auch zwei Pigmente in verschiedener Entfernung aufstellen, und, während man den Rand des einen fixirt, den Zerstreuungskreis des andern auf das erste fallen lassen.

6) Verschieden farbige neben einander liegende Linien werden aus einer so grossen Distanz betrachtet, dass die Bilder nicht mehr gesondert empfunden werden können. Diese Methode ist jedenfalls ungenau, denn ehe man die Linien nicht mehr getrennt unterscheiden kann, hören schon lange die Farben auf, in ihrem wirklichen Tone zu erscheinen, können also nach § 13 keine Mischungen geben, die gleich sind denen der verlangten Farben.

Es giebt der Methoden noch viele. Die beste ist wohl die, das Bild der einen Farbe das Nachbild der andern decken zu lassen.

Auf diesem Princip beruhen der Farbenkreisel und Maxwell's oder Masson's Scheibe.

Der Farbenkreisel ist ein gewöhnlicher Kreisel, an dessen Axe man farbige Scheiben befestigt. Ihre Sectoren sind mit den zu mischenden Farben bemalt, oder beklebt. Lässt man den Kreisel mittelst des gewöhnlichen Mechanismus rasch drehen, und sieht auf die aufgesetzten Scheiben, dann folgen die Sectoren der verschiedenen Farben so rasch auf einander, dass die Retina, weit entfernt sie noch gesondert zu empfinden, aus den schnell wechselnden Bildern der einzelnen Farben den Eindruck ihrer wahren Mischung bekommt.

§ 15. Die Maxwell'sche Scheibe, die wir oben schon beschrieben haben, ist eigentlich nur ein verbesserter Farbenkreisel. Statt wie bei der Photometrie nur schwarze und weisse, so befestigen wir hier farbige Scheiben daran, von denen wir eine verschiedene Zahl und verschieden grosse Sectoren über einander schieben können, und lassen sie mit maximaler Schnelligkeit rotiren, um denselben Effect, wie vom Farbenkreisel zu erhalten.

Dieser Apparat hat aber vor dem Kreisel den bedeutenden Vorzug der senkrechten Stellung der Farbenscheiben, wodurch eine gleichmässige Beleuchtung ermöglicht wird. Ausserdem ist der Apparat leichter in Gang zu bringen und dauern seine Rotationen länger als die des Farbenkreisels.

Man hat auch Farbenscheiben aus durchsichtigem, bemaltem Glase gemacht, welche, gegen das Licht gehalten, und in Rotation versetzt, gerade denselben Effect haben, wie die Maxwell'sche Scheibe. Ihr Vortheil ist der, dass man es bei ihnen nur mit durchfallendem Lichte zu thun hat, und das reflectirte bei richtiger Anwendung gar nicht in Betracht kommt. Im Uebrigen aber sind farbige Papiere aus selbstverständlichen Gründen zu diesem Zwecke viel practischer, als gefärbte Gläser.

Man darf die zu Untersuchenden erst dann nach der Scheibe sehen lassen, wenn dieselbe das Maximum ihrer Rotationsgeschwindigkeit erreicht hat, indem sonst das Auge durch die noch unvollkommen gemischten Farben geblendet, und das Urtheil getrübt wird.

Die Prüfungen mit der Masson'schen Scheibe nimmt man am besten so vor, dass man darauf Scheiben von verschiedener Grösse anbringt, zwei kleinere, eine schwarze und eine weisse, und drei grössere farbige, welche die kleine-

ren überragen. Lässt man nun die Scheiben rotiren, so entsteht durch die Mischung des schwarz und weiss ein centraler grauer Kreis von beliebig veränderlicher Helligkeit, und aus den drei Farben, bei einer gewissen Art der Mischung, ebenfalls ein grauer Ton. Man verändert nun das Verhältniss des schwarzen Sectors des centralen Kreises so lange, bis die äussere und innere Hälfte der Scheibe gleichmässig grau erscheinen. Hierauf lässt man die Mischung von schwarz und weiss stehen und sucht, welche Farben, und welches Verhältniss ihrer Mischung nöthig sei, um dem farbenkranken Auge denselben Eindruck zu machen wie das centrale Grau.

Ausgehend von der Annahme, dass ein farbenblindes Auge, dem eine Grundfarbe fehlt, aus den beiden andern alle Mischungen, auch weiss zusammensetze, wie ein normales aus dreien, hat Woinow[1]) am ophthalmologischen Congress in Heidelberg (1871) ein Verfahren angegeben, mit welchem man sehr schnell Farbenblindheit erkennen soll. Er bringt nämlich auf dem Masson'schen Apparate vier concentrische Kreise an, von denen der innerste weiss und schwarz, der zweite grün und roth, der dritte roth und violett und der vierte violett und grün ist. Lässt man die Scheibe sehr schnell rotiren, so erscheinen die Ringe dem normalen Auge in obiger Reihenfolge: grau, gelb, carmin und blaugrün. Einem Farbenblinden soll nun derjenige von diesen Ringen, welcher componirt wird von den zwei Farben, die er zu percipiren im Stande ist, grau erscheinen, derjenige aber, welcher gebildet ist aus der ihm fehlenden und einer andern Farbe, in letzterer Farbe erscheinen.

Die Physiologie und vorurtheilsfreie Prüfungen allein werden darüber entscheiden können, ob die Voraussetzungen richtig sind, auf welchen diese Schlüsse basiren. Wir dürfen aber nie vergessen, dass die Young-Helmholtz'sche Theorie, so gross auch ihre Verdienste um die Farbenlehre sind, immer noch Hypothese ist. Ausserdem scheint reine Farbenblindheit, d. h. totaler Mangel einer Energie, sehr selten zu sein, und es kommen die Farbenstörungen in so unendlich vielen Modificationen vor, dass es sehr zweifelhaft erscheint, ob sich diese Frage in so einfacher Weise lösen lasse, wie Woinow glaubt.

Um Pigmentfarbenprüfungen bei verschiedener Beleuchtungsintensität vorzunehmen, kann man entweder den Raum, worin die Prüfungen vorgenommen werden, bis auf eine einzige veränderliche Oeffnung, durch welche Sonnenlicht einfällt, verdunkeln, oder aber den Förster'schen Lichtsinnmesser verwenden. Statt des Kerzenlichtes, das immer verschiedene Farben, zumal roth und gelb enthält, muss man dabei Sonnenlicht auf die Oeffnung fallen lassen, und letztere, statt mit Papier, mit mattem Glase bedecken. Das Innere des Kastens wird mit Sammt ausgepolstert, und an der hinteren Wand bringt man die farbigen Papiere an, mit welchen man die Prüfung vornehmen will. Um gleichzeitig die Lichtintensität zu bestimmen, kann man auf der gleichen Wand Buchstaben oder Worte der Snellen'schen Sehproben anbringen und also in oben angegebener Weise, unsere normale Sehschärfe als Photometer benutzen. So findet man leicht, wie viel Lichtintensität man braucht, um die verschiedenen Farben zu erkennen. Natürlich gilt namentlich bei solchen Versuchen das, was wir oben von der Adaption gesagt haben.

---

1) Woinow, Zehender's klin. Monatsbl. IX. 1871. p. 377.

§ 16. **Prüfung mit Spectralfarben.** Man kann sich Spectralfarben auf verschiedene Weise verschaffen. Die gewöhnlichste Methode ist die mit Hülfe eines Prismas (Glas, Krystall, Schwefelkohlenstoff u. a.) Man verdunkelt das Zimmer, zur Abhaltung alles fremden Lichtes, vollkommen bis auf eine schmale, verstellbare Spalte (am besten eine Gravesand'sche Schneide). Durch diese wird von einem Heliostaten directes Sonnenlicht von aussen auf ein mit ihr parallel stehendes Prisma geworfen, welches das weisse Licht in ein Spectrum zerlegt. Dieses kann man direct auf einem weissen Papierschirm auffangen, oder es erst durch eine achromatische Linse zu einem objectiven Bilde condensiren. Das Spectrum wird am intensivsten bei minimaler Ablenkung durch das Prisma, welche man leicht durch Drehung desselben um seine Axe finden kann.

Die Spectralfarben sind um so reiner, aber auch um so lichtschwächer, je enger die Spalte ist, durch welche das aus ihnen bestehende Licht auf das zerlegende Prisma fällt. — Die stärkern, dunkeln Frauenhofer'schen Linien erscheinen bei 1 Mm. Breite der Spalte, 50° brechendem Winkel des Flintglasprismas, in 400 Mm. Entfernung, mit blossem Auge betrachtet (Helmholtz).

Hat man ein Spectrum entworfen, so ist die erste Frage, ob der Untersuchte das ganze Spectrum sieht, soweit ein normales Auge es zu erkennen vermöge, oder ob ihm dasselbe an einem Ende kürzer erscheine. Sodann fragt man nach der Stelle im Spectrum, die ihm am hellsten und der, die ihm am dunkelsten zu sein scheint. Von besonderem, namentlich auch physiologischem Interesse ist es, zu eruiren, ob der Untersuchte entweder an einer Stelle dunkel sieht, d. h. ob ihm die Perception einer Farbe vollkommen fehle, oder, ob ihm eine Stelle weiss erscheine, was der Fall sein müsste, wenn ihm nach der Young-Helmholtz'schen Theorie eine der drei Energien mangelte. Dann würde an der Stelle des Spectrums, wo die beiden andern Energien gleich stark sind, aus ihrer gemeinschaftlichen Einwirkung die Empfindung von weiss entstehen.

Hernach mag man sich die Reihenfolge der Farben hersagen lassen. Besser aber ist es, man isolirt die Partien des Spectrums, welche dem normalen Auge als Grundfarben erscheinen. Dazu schiebt man einen schwarzen Schirm mit einer so schmalen Spalte über das Spectrum, dass durch dieselbe nur je die fragliche Farbe kann gesehen werden. Es ist hierbei allerdings zu bemerken, dass, einen wie schmalen Streifen man auch aus dem Spectrum schneide, derselbe nie überall denselben Farbenton besitzt, und zwar differiren die Ränder um so mehr vom Centrum, je breiter die Spalte ist. Der Fehler wird also um so geringer, je schmaler der Streif und je breiter das Spectrum ist. Jedenfalls aber muss man in allen Fällen die Lage der Farbe in Bezug auf die Frauenhofer'schen Linien angeben.

Statt das Spectrum auf einem Schirme aufzufangen, kann man es direct auf der Retina entwerfen, und dazu den Spectralapparat von Bunsen und Kirchhoff oder das Spectroscop benutzen. Der Vortheil dieser Methoden ist namentlich der, dass sie nicht so umständlich sind, weil man mit ihnen jederzeit, sobald man nur durch die Instrumente nach der Sonne oder überhaupt nach der Helle sieht, ein Spectrum erhalten kann, und ausserdem ist man hierbei auch unabhängig von der Farbe des Schirmes.

Das Spectroscop von Hoffmann in Paris ist ein mit einem Fernrohre verbundenes Prisma. Es besteht aus zwei Röhren. Die eine — Objectivröhre — ist

durch ein Diaphragma abgeschlossen, welches eine Spalte von veränderlicher Weite trägt. Durch sie fällt das Licht ein, und wird durch ein am andern Ende dieses Rohres befindliches Prisma in seine Farben zerlegt. Dieses wird durch ein im zweiten Rohre befindliches System von drei Convexgläsern betrachtet. Zwischen erster und zweiter Convexlinse befindet sich eine feine, auf Glas gravirte Eintheilung, um die Farben des Prismas, sowie seine Enden leichter definiren zu können. Die beiden Röhren sind so in einander befestigt, dass sie sich unter einem kleinen Winkel gegen einander stellen lassen. So lässt sich beliebig die eine oder die andere Hälfte des Spectrums ins Gesichtsfeld bringen. Endlich lässt sich vor die Spalte des Objectivrohres ein kleines, um seine Axe drehbares Glasprisma setzen, mit dessen Hülfe man Licht in die Spalte reflectiren kann.

Rose wandte zuerst die Interferenz-Spectren zur Farbenmessung an. Er benutzte dazu zwei parallele Gitter, gebildet aus äusserst feinen auf Glas geritzten Linien, von denen 50 bis 100 auf einen Millimeter gingen. Hält man ein solches Gitter vor das Auge und blickt dadurch nach einer entfernten Lichtquelle, z. B. einer Kerzenflamme, so sieht man in der Mitte das Licht, auf beiden Seiten davon je ein Spectrum (das violette Ende dem Centrum zugewandt). Hierauf folgt ein dunkler Zwischenraum und hernach beiderseits ein breiter farbiger Streif. Dieser Streif kommt dadurch zu Stande, dass sich alle die von den Gittern gebildeten Spectra, je peripherer sie liegen, desto mehr decken, während das zweite das erste Spectrum noch nicht erreicht, also zwischen beiden ein dunkler Zwischenraum bleibt.

Fehlt nun einem Auge das eine Ende des Spectrums bis zu einem gewissen Grade, so werden die einzelnen Interferenzspectren so schmal, dass auch das dritte nicht mehr bis an das zweite reicht, also auf jeder Seite ein neuer schwarzer Streif entsteht. Fehlt noch mehr vom Spectrum, so kann sogar ein vierter und fünfter entstehen. Man kann also aus der Zahl der schwarzen Striche, die ein Auge in den Interferenzspectren sieht, auf die Grösse des Stückes schliessen, das ihm vom einen Ende des Spectrums fehlt. Wer sogar ultraviolett noch zu sehen vermag[1]), der hat nur den einen dunkeln Raum zwischen der Lichtquelle und dem ersten Spectrum, während ein gewöhnliches, normales Auge deren 2 jederseits besitzt, und Farbenblinde sogar bis auf 6 bekommen können.

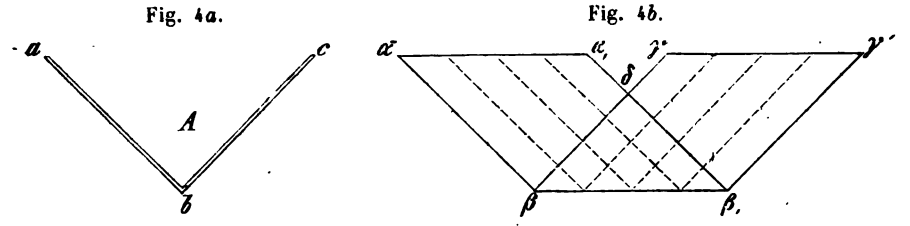
Eine genaue Grenze aber, bis zu welcher Frauenhofer'schen Linie z. B. das Spectrum fehlt, ist auf diese Weise schwer zu eruiren. Ausserdem kann auch schon ein Theil des Spectrums fehlen, ohne dass eine schwarze Linie aufzutreten braucht, weil die einzelnen Spectren sich nicht nur berühren, sondern theilweise bedecken.

§ 17. **Mischung der Spectralfarben.** Von den Methoden, Spectralfarben zu mischen, sind die besten, die in Helmholtz phys. Optik. p. 303 u. f., p. 843 u. f. beschriebenen:

Man bringt in einem vertical gestellten Schirme zwei unter einem rechten Winkel zu einander geneigte feine Spalten *b a* und *b c* (Figur 4*a* und 4*b*) an. Durch diese lässt man Sonnenlicht oder Tageslicht fallen, und betrachtet sie durch ein mit seiner brechenden Kante vertical gestelltes Prisma. So entstehen zwei Spectra $\alpha\ \beta\ \beta'\ \alpha'$ und $\gamma\ \beta\ \beta'\ \gamma'$ (Figur 4*b*), deren Farben den punctirten Linien parallel angeordnet sind. Die 2 Spectra decken sich in dem Dreiecke $\beta\ \delta\ \beta'$. Hierin finden sich also alle möglichen Mischungen von Spectralfarben.

1) Rose, Berlin. klin. Wochenschr. 1865. Nr. 31. p. 7.

Um das Verhältniss der Quantitäten der gemischten Farben zu ändern, kann man das Prisma etwas neigen, wodurch das eine Spectrum schmaler, das andere



breiter wird. Man erhält auf diese Weise aber nur sehr kleine Felder der einzelnen Mischfarben, deren Beurtheilung ausserdem noch durch die Contrastwirkung der vielen benachbarten Farben sehr getrübt wird.

Eine bessere, aber etwas complicirtere Methode beruht auf folgendem Principe (Helmholtz l. c.):

Von dem durch ein Prisma zerlegten Sonnenlichte wird mit Hülfe einer achromatischen Linse ein objectives Spectrum auf einem Schirme entworfen. Dieser hat 2 verschiebbare Spalten, welche man auf 2 beliebige Farben des Spectrums einstellen kann, während die andern von dem Schirme abgehalten werden. Zwischen der Linse und diesem ersten Schirme befindet sich ein Diaphragma mit einer Spalte, die gerade so eng gemacht und so gestellt wird, dass sie ganz von Strahlen beider Bündel, deren Brennpunkte in die beiden Spalten des Schirmes fallen, ausgefüllt wird; so dass also von jedem Punkte derselben Strahlen der betreffenden Farbe auf jeden Punkt der Spalten des ersten Schirmes fallen. Man kann dies dadurch controlliren, dass man das Diaphragma mit einem weissen Papiere deckt. Dann muss auf demselben, der Oeffnung entsprechend, ein weisser, beiderseits von farbigen Rändern begrenzter Fleck entstehen. Diese Oeffnung bildet nun das Object für eine zweite achromatische Linse, welche hinter dem ersten Schirme steht, und auf einem dritten Schirme ein Bild desselben entwirft. Dies Bild erscheint aber nicht weiss, wie sein Object, sondern in der fraglichen Mischfarbe, eben weil von den Strahlen des Objectes nur zwei durch die Spalten des ersten Diaphragmas durchgelassen werden. Deckt man eine der letzteren, so erscheint das Bild der Oeffnung natürlich in der ersteren der beiden Farben.

Eine weitere Methode erwähnt Helmholtz Pag. 843. Sie ist von Maxwell. Dieser lässt weisses Licht durch 3 Spalten, deren Weite und Stellung verändert werden kann, in einen dunkeln Kasten fallen. Nachdem das Licht durch zwei Prismen gegangen, wird es durch eine achromatische Linse auf einem Schirme vereinigt, wo es drei, sich theilweise deckende Spectren bildet. Die Mischfarben, welche durch diese Deckung entstehen, kann man durch eine in dem Schirme angebrachte, verschiebbare Spalte in das Auge des Beobachters fallen lassen. Um es ausserdem noch mit weissem Licht vergleichen zu können, wird solches mit Hülfe eines im Kasten angebrachten Spiegels, neben der Linse vorbei, in das beobachtende Auge reflectirt. Durch Veränderung der Stellung und Weite der Spalten kann man alle möglichen Farbenmischungen, auch weiss erhalten.

§ 18. Zur **Prüfung des Unterscheidungsvermögens** für verschiedene Farbennuancen benutzte Mandelstamm[1]) ein Sonnenspectrum, das er durch die Ophthal-

1) Arch. f. Ophth. XIII. II. p. 399.

mometerplatten in zwei übereinander stehende und in entgegengesetztem Sinne verschiebbare Hälften theilte.

In einem dunkeln Zimmer entwarf er in gewöhnlicher Weise ein Sonnenspectrum und richtete das Ophthalmometer darauf. An Stelle eines Oculars, im Focus des Objectives, befestigte er eine Papprühre, mit einer Oeffnung die so enge konnte gemacht werden, dass sie gerade nur eine Hauptfarbe in sich fasste. — Stehen die Ophthalmometerplatten parallel, so sieht man durch beide dieselbe Farbe. Dreht man sie aber, so verschiebt sich, bei horizontalem Stand der Trennungslinie, die obere Hälfte des Spectrums nach der einen, die untere nach der andern Seite und man bekommt so in der Oeffnung zwei Felder, welche um so verschiedeneren Farbenton haben, je mehr man die Platten gedreht hat. Der Winkel, um welchen man die Platten gedreht hat, bis man eine Differenz im Farbenton zu erkennen im Stande war, ergiebt die lineare Verschiebung des Spectrums. — Aus dieser, aus der Wellenlänge der einzelnen Farbe, und dem Abstande der Frauenhofer'schen Linien von einander, lässt sich für jede Spectralfarbe der kleinste Bruchtheil einer Wellenlänge berechnen, der zu einem Farbentone kommen muss, damit die Netzhaut den Wechsel empfinde.

§ 19. **Prüfung der Empfindlichkeit des Auges für Lichtintensität verschiedener Spectralfarben.** DOBROWOLSKY benutzte, nach HELMHOLTZ's Angabe, zur Prüfung der Empfindlichkeit des Auges für Lichtintensität verschiedener Spectralfarben folgende Methode: [1])

Er stellte im Sonnenspectrum durch Interferenz eine Menge dunkler Streifen her, deren Intensität er beliebig ändern konnte. So lässt sich bestimmen, welches Minimum von Dunkelheit in den verschiedenen Farben ein Auge noch zu unterscheiden vermag.

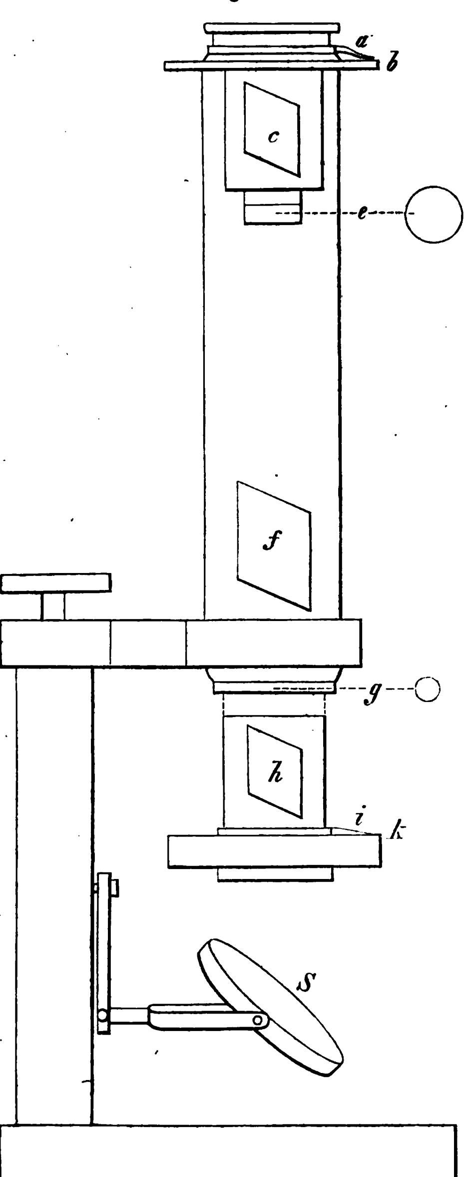
Die ganze Einrichtung bestand aus einem Spectralapparate, dessen Collimatorrohr zwei einander parallele NICOL'sche Prismen enthielt, während zwischen ihnen eine Gypsplatte eingesetzt war. Diese alle musste das Licht durchlaufen, ehe es durch ein Prisma in ein Spectrum zerlegt wurde. — Lichtstrahlen, welche den ersten Nicol passirt haben, werden durch die Gypsplatte (als doppelbrechend, zweiaxigem Krystalle) in zwei zu einander senkrecht polarisirte Strahlen zerlegt, welche sich mit verschiedener Geschwindigkeit durch den Krystall fortpflanzen, und ihn mit verschiedener Phase verlassen. Dadurch entstehen, wenn sie den zweiten Nicol passirt haben, Interferenzstreifen im Spectrum, und zwar Streifen von um so grösserer Zahl und Breite, je dicker die Gypsplatte, und um so dunkler, je mehr sich die Schwingungsebenen der Platte der Stellung nähern, bei welcher sie mit denen der beiden Nicols 45° bilden.

Hat man sich mit Hülfe einer schmalen Spalte die Farbe des Spectrums isolirt, welche man gerade untersuchen will, so stellt man erst die Gypsplatte so, dass gar keine Streifen entstehen, was dann der Fall ist, wenn eine Schwingungsebene des Gypses mit der Polarisationsebene des ersten Nicols zusammenfällt. Hierauf dreht man die Platte langsam um ihre Axe und liest den Winkel ($\sphericalangle \alpha$) an einem Nonius ab, bei welchem man in der untersuchten Farbe zuerst eine Helligkeitsdifferenz bemerkt. Nach DOBROWOLSKY's Berechnung ist dann der kleinste Unterschied in der Lichtintensität der Farben, welchen man noch wahrnehmen kann, $= Sin.^2 2\alpha$.

1) Arch. f. Ophth. XVIII. I. p. 74.

§ 20. Für die gewöhnlichen Farbenprüfungen, wie wir sie in der Praxis gebrauchen, sind Spectralfarben etwas umständlich darzustellen und nicht leicht zu handhaben; aus den Farbengleichungen der MAXWELL'schen Scheibe aber Störungen der Farbenperception zu diagnosticiren, erfordert ausserordentlich viel Zeit.

Fig. 5.



Geeigneter scheint uns dagegen der Farbenmesser von ROSE [1]) zu sein. Er erlaubt nicht nur alle Farben sehr einfach darzustellen und schnell zu wechseln, sondern man kann damit auch die Helligkeit der Farbe beliebig verändern und erhält ausserdem immer gleichzeitig zwei complementäre Farben, was zur Differenzialdiagnose von Farbenblindheit oder Farbenverwechseln äusserst wichtig ist.

ROSE benutzte nämlich zur Prüfung die durch Circularpolarisation entstehenden Farben des Bergkrystalls. Bringt man zwischen die beiden Nicol'schen Prismen eines Polarisationsapparates eine zu ihrer Axe senkrecht geschnittene Bergkrystallplatte, so erscheint das durchgehende Licht bei paralleler Stellung der beiden Nicols farbig und dieser Farbe complementär, wenn die Polarisationsebenen der beiden Nicols zu einander senkrecht stehen. Der Farbenton hängt dabei ab von der Dicke der Platte. In den dazwischen liegenden Stellungen des obern Nicols durchläuft das Licht alle Farben des Spectrums der Reihe nach.

Um gleichzeitig beide Complementärfarben darzustellen, setzt man zwischen den untern Nicol und den Bergkrystall ein doppelbrechendes Prisma ein. Dieses zerlegt die vom Nicol kommenden Strahlen in zwei senk-

1) Virchow Arch. XXVIII. p. 30 u. f.

recht zu einander polarisirte Lichtbündel. Um endlich die Lichtstärke beider Farben zu verändern, braucht man nur den untern Nicol um seine Axe zu drehen. Die Anordnung des Apparates ist also folgende: (Vergl. Figur 5.)

Aus einem Microscope hat man Ocular- und Objectivlinsen entfernt und in den Tubus, bei *c* und *h*, die Nicol'schen Prismen eingesetzt.

Die Richtung ihrer Hauptschnitte wird angegeben durch 2 Stacheln *a* und *i*, welche sich auf den graduirten Scheiben *b* und *k* bewegen.

In *g* ist ein Diaphragma mit centraler Oeffnung, *f* ist ein doppelbrechendes Prisma und *e* die $^1/_2$ Centimeter dicke Bergkrystallplatte, welche mit *c*, dem Analyseur, in derselben Hülse steckt.

Das vom Spiegel *S* reflectirte Licht macht also folgenden Gang durch: Erst wird es durch *h* in einer beliebigen Ebene polarisirt, dann durch *f* in zwei senkrecht zu einander polarisirte Bestandtheile zerlegt.

Von oben her wird man also zwei Bilder der Diaphragmaöffnung *g* erblicken, welche ausserdem, durch die Quarzplatte *e* betrachtet, complementär zu einander gefärbt sind.

Dreht man *c*, so wechseln die Farben, bleiben aber stets complementär, bis sie nach Drehung um 90° wieder in demselben Tone, doch umgekehrt angeordnet erscheinen. Steht der Nicol *h* so, dass seine Polarisationsebene und der Hauptschnitt des Krystalls *f* in derselben Ebene liegen, dann verschwindet das eine Bild ganz, während das andere das Maximum seiner Helligkeit erreicht hat. Bei dieser Stellung soll der Index *i* auf 0° zeigen. Dreht man dagegen *h*, so nimmt die Lichtintensität des einen Bildes wieder ab, die des andern zu (Gesetz der Cos.[2]), bis nach 90° das erstere verschwunden, das letztere am stärksten erleuchtet ist. Auf diese Weise kann man also die Helligkeit der beiden Bilder beliebig modificiren.

Ein gesundes Auge sieht, wenn der untere Nicol nicht gerade auf 0° oder 90° steht, immer zwei complementäre Farben, ein Farbenverwechsler dagegen hat zwei Complementärfarben, die ihm bei einem gewissen Verhältniss der Lichtstärke der beiden gleich erscheinen. Diese Farben sind durch Drehung des Prismas *c* sehr leicht und sicher zu finden, und zwar kehrt die Stellung des Prismas, bei welcher ihm complementäre Farben gleich erscheinen, in jedem Quadranten einmal wieder.

Um noch grössere Genauigkeit der Angaben zu erreichen, macht man erst durch Drehung des Prismas *h* die Helligkeit beider Felder gleich.

Rose nennt Farbenblinde solche, denen ein Ende des Spectrums vollkommen fehlt, Farbenirre oder Farbenverwechsler diejenigen, welche zwar in der ganzen Ausdehnung des Spectrums Licht empfinden, denen aber zwei Farben den gleichen Eindruck machen.

Aus der Benennung der Farbenbilder und einem eigenen Einblick in das Instrument erkennt man sofort, ob eine Differenz nur auf einer abweichenden Farbenbenennung oder auf Farbenblindheit beruht. Entfernt man dann den Bergkrystall, macht beide Bilder nur ungleich hell und fragt nun nach Farben, so giebt ein Farbenverwechsler zwei Farben an (inclusive grau und weiss), z. B. violett oder schwarz für das dunkle, grün für das helle Feld. Dem Farbenblinden dagegen sollen die beiden Felder zwar auch nicht farblos erscheinen, denn die Farben, die er nicht sieht, fehlen ihm im neutralen Lichte, weil er

erfahrungsgemäss nie für zwei Complementärfarben zugleich blind ist. Beide farblosen Felder des so veränderten Instrumentes erscheinen ihm also complementär zu der ihm fehlenden Farbe.

Farbenverwechsler sind also nach Rose diejenigen, welche im vollständigen Instrumente einmal beide Felder gleich gefärbt und nach Entfernung des Bergkrystalls Farben sehen, Farbenblinde diejenigen, welche bei vollständigem Instrumente nie gleichgefärbte Felder, aber ohne Bergkrystall Farben zu sehen glauben[1].

Literatur[2].

J. H. Lambert, Beschreibung einer Farbenpyramide. Berlin 1772.

M. Opoix, Theorie des couleurs. Paris 1808.

Plateau, Dissert. sur quelques propriétés des impressions produites par la lumière sur l'organe de la vue. Lüttich 1829.

Osann, Vorrichtung zur Hervorbringung complementärer Farben und Nachweis ihrer objectiven Natur. Pogg. Ann. XXVII. pag. 694; XXVII. pag. 287; XLII. pag. 72. 1832.

Volkmann in J. Müller's Arch. f. Anat. und Physiol. pag. 373. 1838.

Fechner, Thatsachen, welche bei einer Theorie der Farben durch den Contrast zu berücksichtigen sind. Pogg. Ann. L. pag. 433. 1840.

Victor Szokalsky, Ueber die Empfindungen der Farben in physiol. und pathol. Hinsicht. Giessen 1842.

G. de Buffon, Sur les couleurs accidentelles. Mém. de Paris. pag. 247. 1843.

J. Müller, Zusammensetzung des weissen Lichts aus den verschiedenen Farben. Pogg. Ann. LVIII. pag. 358, 518. 1843.

Volkmann, Art. Sehen, in Wagner's Handwörterbuch der Physiol. III. pag. 272. 1846.

Dove, Ueber die Methoden aus Complementärfarben Weiss darzustellen, und über die Erscheinungen, welche polarisirtes Licht zeigt, dessen Polarisationsebene gedreht wird. Berl. Monatsbl. pag. 70. 1846. Pogg. Ann. LXXI. pag. 97; Phil. Mag. XXX. pag. 465. Inst. Nr. 712. pag. 176. Arch. des sciences ph. et nat. V. pag. 276. 1847.

E. Brücke, Untersuchungen über subjective Farben. Wiener Denkschrift. III. pag. 95. Pogg. Ann. LXXXIV. pag. 418. Arch. des sciences phys. et nat. XIX. pag. 122. 1851.

Edouard Cornaz, de l'hyperchromatopsie. Bruxelles 1851.

H. Helmholtz, Ueber die Theorie der zusammengesetzten Farben. Müller's Arch. f. Anat. und Physiol. pag. 461—482. 1852. Pogg. Ann. LXXXVII. pag. 45—66. Phil. Mag. IV. pag. 519—534. Cosmos. II. pag. 112—120. Ann. de Chem. (3). XXXVI. pag. 500—508. 3—9. 1853.

——, On the mixture of homogeneous colors. Athen. 1853. pag. 1197—1198. Cosmos. III. pag. 573—575. Rep. of Brit. Assoc. 2. pag. 5. 1853. Pogg. Ann. XCIV. pag. 1—28. Ann. de Chem. (3) XLIV. pag. 70—74. Arch. d. sc. phys. XXIX. pag. 242. 1853.

F. C. Donders, Over de verhouding der onzichtbare stralen van sterke breekbaarheid tot de vochten van het oog. Ned. Lancet. Pag. 1. 1853—1854.

L. Foucault, Sur la récomposition des couleurs du spectre en teintes plates. Cosmos. II. pag. 232. Pogg. Ann. LXXXVIII. pag. 385—387. 1853.

---

1) Rose, Virch. Arch. XXVIII. pag. 39.
2) Vergl. Helmholtz, Phys. Optik. pag. 270, 307, 335, 417, 849.

Holtzmann, Apparat zur Darstellung von Farbenmischungen. Tagblatt der deutschen Naturforscherversammlung. 1858.

J. C. Maxwell, Experiments on colour, perceived by the eye, with remarks on colour blindness. Edinb. Trans. XXI. pag. 275—297. Edinb. Journ. (2.) I. pag. 359—360. Proc. of Edinb. Soc. III. pag. 299—301. Phil. Mag. (4.) XIV. pag. 40. 1855.

A. Fick, Einige Versuche über die chromatische Abweichung des menschlichen Auges. Arch. f. Ophth. II. 2. pag. 70. 1855.

Th. van Doesburgh, De colorum mixtione et dimensione. Inaug. dissert. Utrecht 1855.

J. C. Maxwell, On the theory of compound colours with reference to mixtures of blue and yellow light. Athen 1856. pag. 1093. Edinb. Journ. (2.) IV. pag. 335—337. Instit. pag. 444. 1856. Rep. of Brit. Assoc. 2. pag. 12—13. 1856.

H.W. Dove, Eine Methode Interferenz- und Absorptionsfarben zu mischen. Berl. Monatsbl. 11. März 1857. Pogg. Ann. CII. 1857.

——, Optische Studien, Fortsetzung der in der »Darstellung der Farbenlehre« enthaltenen. Berlin 1859.

C. Kirchhoff und R. Bunsen, Chemische Analyse durch Spectralbeobachtungen. Heidelberg 1860.

G. Th. Fechner, Ueber die Contrastempfindung. Bericht der kön. sächs. Gesellsch. der Wissensch. Oeffentliche Sitzung am 1. Juli 1860.

A. v. Gräfe, Zur Beantwortung der Frage, warum die brechbarsten Strahlen des Sonnenlichtes die Empfindung des Leuchtenden nicht erregen. Arch. f. Ophth. I. 1. pag. 466. 1860.

John. Z. Laurence, Some observations on thé sensibility of the eye to colour. Glasgow. Med. Journ. Juli. 1. 1861.

Edm. Rose, Ueber stehende Farbentäuschungen. Arch. f. Ophth. VII. 2. pag. 72. 1861.

B. A. Pope, Das Farbenspectrum als Mittel zur Messung der Accommodation und der chromatischen Abweichung des Auges. Arch. f. Ophth. IX. 1. pag. 41. 1863.

v. Wittich, Ueber die geringsten Ausdehnungen, welche man farbigen Objecten geben kann, um sie noch in ihrer specifischen Farbe wahrzunehmen. Königsb. med. Jahrb. IV. pag. 23.

Rudolph Schelske, Ueber Farbenempfindungen. Arch. f. Ophth. IX. 3. pag. 39. 1863.

Moritz Benedict, Der Daltonismus bei Sehnerven-Atrophie. Arch. f. Ophth. X. 2. pag. 185. 1864.

——, Rothblindheit in Folge pathologischer Processe. Arch. f. Ophth. XI. 1. pag. 171. 1865.

Edm. Rose, Ueber die einfachste Untersuchungsmethode Farbenkranker. Berl. klin. Wochenschr. Nr. 31. 1865.

Ernest Brücke, Des couleurs au point de vue physique, physiologique, artistique et industriel. Traduit par J. Schutzenberger. Paris 1866.

Alexander Rollett, Zur Physiologie der Contrastfarben. Aus dem LV. Bde. d. Sitzb. d. k. Acad. d. Wissensch. II. Abth. Mai-Heft. 1867.

——, Zur Lehre von den Contrastfarben und dem Abklingen der Farben. Aus dem LV. Bde. d. Sitzb. d. k. Acad. d. Wissensch. II. Abth. März-Heft. 1867.

——, Ueber die Aenderung der Farben durch den Contrast. Aus dem LV. Bde. d. Sitzb. d. k. Acad. d. Wissensch. II. Abth. Februar-Heft. 1867.

H. Dor, Sur le Daltonisme. Arch. de la Bibl. univ. Février 1867.

X. Galezowski, Du diagnostie des maladies des yeux par la chromatoscopie rétinienne, précédé d'une étude sur les lois physiques et physiologiques des couleurs. Paris 1868.

Th. Leber, Ueber das Vorkommen von Anomalien des Farbensinnes bei Krankheiten des Auges, nebst Bemerkungen über einige Formen von Amblyopie. Arch. f. Ophth. XV. 3. pag. 26. 1869.

G. Th. Fechner, Ueber die Contrastempfindung. Berichte der kön. sächs. Gesellsch. der Wissensch. Math. Phys. Classe. Sitzung 1. Juli 1869.

J. J. Müller, Zur Theorie der Farben. Arch. f. Ophth. XV. 2. pag. 208. 1869.

J. M. Matzdorff, Ueber unsichtbares Licht. Kreuznach 1870.

M. Woinow, Zur Farbenempfindung. Arch. f. Ophth. XVI. 1. pag. 212. 1870.

——, Zur Frage über die Intensität der Farbenempfindungen. Arch. f. Ophth. XVI. 1. pag. 257. 1870.

Leber, Ueber Farbenblindheit bei Erkrankungen des Auges. Berl. med. Ges. Berl. klin. Wochenschr. pag. 8. 1870.

Karl Vierordt, Die Anwendung des Spectralapparates zur Messung und Vergleichung der Stärke des farbigen Lichtes. Tübingen 1871.

W. Dobrowolsky, Ueber Empfindlichkeit des Auges gegen verschiedene Spectralfarben. Arch. f. Ophth. XVIII. 1. pag. 66—74. 1872.

S. Lamansky, Ueber die Grenzen der Empfindlichkeit des Auges für Spectralfarben. Arch. f. Ophth. XVII. 1. pag. 123. 1871.

E. Emmert, Ueber die Farben und ihre Beziehungen zum menschlichen Auge. Bern 1872.

Sape Talma, Over licht en kleurperceptie. Inaug. dissert. Utrecht 1873.

Dor, Ueber Farbenblindheit. Einwendungen gegen die Young-Helmholtz'sche Theorie. Bern. naturf. Gesellsch. Juli 1872.

IV. Perioptometrie.

Die Prüfung des peripherischen Sehens.

§ 21. **Prüfung der Netzhautperipherie.** Wir nennen peripherische Netzhauttheile das ganze Gebiet der Netzhaut, das ausserhalb der *Macula lutea* liegt, und die Functionen desselben, das indirecte Sehen.

Wir können davon untersuchen erstens die Grenzen, zweitens die Functionen.

Die Grenzen des indirecten Sehens sind die Grenzen des Gesichtsfeldes, d. h. des Raumes, aus welchem ein unbewegtes Auge noch Lichteindrücke zu empfangen vermag. Sie werden also bestimmt durch die von der Augenaxe entferntesten Puncte, von denen ausgehendes Licht noch empfunden wird.

Für die äussersten Strahlen ist die Ablenkung durch Cornea, sammt vorderer Kammer und Linse so stark, dass Strahlen noch auf percipirende Retinaltheile gelangen, welche in gerader Verlängerung weit vor die Ora serrata gefallen wären. Es werden nämlich auch noch Lichtstrahlen empfunden, welche senkrecht zur Augenaxe auf den Hornhautrand fallen[1]).

Die Grösse des Gesichtsfeldes hängt ab:

1) Von der Weite der Pupille: Je weiter die Pupille, desto grösser das Gesichtsfeld.

---

1) Helmholtz, Phys. Optik p. 66.

2) Von der Lage der Pupillarfläche im Verhältniss zum Hornhautrande: Je weiter der erstere von dem letzteren liegt, desto grösser wird das Gesichtsfeld.

Daher die Erweiterung der Gesichtsfeldgrenzen bei der Accommodation (LIEBREICH), weil dabei die Pupille sich der Cornea nähert; und theilweise auch bei Hypermetropie, weil auch hier im Allgemeinen die Linse der Cornea näher liegt, als bei Myopie. Es überwiegt also in diesen zwei Fällen der Einfluss der Annäherung der Linsenvorderfläche an die Cornea den der Pupillenweite.

3) Von der Lage der vordern Retinalpartien: USCHAKOFF[1]) findet, dass sich die Retina auf der innern Seite des Auges weiter nach vorn erstreckt, als auf der äussern. Daher muss das Gesichtsfeld sich weiter nach aussen erstrecken, als nach innen.

4) Von der Form des Bulbus: In einem langgestreckten Bulbus liegen die äussern Retinaltheile weiter von der Pupillarebene ab, als in einem kurzen, stark gebogenen. Daher besitzen Myopen im Allgemeinen ein kleineres, Hypermetropen ein grösseres Gesichtsfeld (USCHAKOFF u. REICH). Es kommt noch hinzu, dass bei Hypermetropen die Linse der Cornea näher liegt, als bei Myopen[2]).

5) Von den das Auge umgebenden Theilen: A. Lider: Vergrösserung der Lidspalte durch Hebung der Lider und Zurückziehen der Commissur erweitert das Gesichtsfeld. B. Gesichtsknochen und ihre Bedeckung: Oberer Orbitalrand sammt Augenbrauen, Nase, unterer Orbitalrand vermögen viel Licht von dem Auge abzuhalten, und zwar um so mehr, je tiefer letzteres liegt[3]).

§ 22. Die Prüfung der Grenzen und der Functionen des indirecten Sehens kann man so vornehmen, dass man das zu untersuchende Auge einen mit ihm in gleicher Höhe stehenden Punct einer verticalen Ebene fixiren lässt. Auf der Ebene bringt man die Prüfungsobjecte in genau bestimmbarer Lage und Entfernung vom Fixirpuncte an. Dies ist die bisher verbreitetste Methode der Gesichtsfeldmessung. Von WECKER[4]) hat dafür einen Apparat construirt, der aus einer mehrere Fuss im Quadrat haltenden, senkrechten, mit schwarzem Tuch überzogenen Tafel besteht. Mit ihr steht eine verschiebbare Vorrichtung zur Feststellung des Kopfes in Verbindung.

In der Mitte der Tafel befindet sich als Fixationsobject ein weisses Kreuz. Gegen dieses lassen sich von allen Seiten, in radiärer Richtung, kleine, halb weisse, halb schwarze Elfenbeinkugeln vorschieben. Auf diese Weise lässt sich, bei Fixation des centralen Punctes, für die von ihm ausgehenden Radien jeweilen der Punct finden, in welchem die weisse Elfenbeinkugel gerade noch gesehen wird. An dieser Stelle dreht man sie um, sodass sie dem Beobachter nunmehr ihre schwarze Fläche zuwendet. Auf der entgegengesetzten Seite der Tafel sieht man, nach Beendigung der Untersuchung, sämmtliche weisse Kugelflächen, welche also zusammen die Grenzen des Gesichtsfeldes angeben.

---

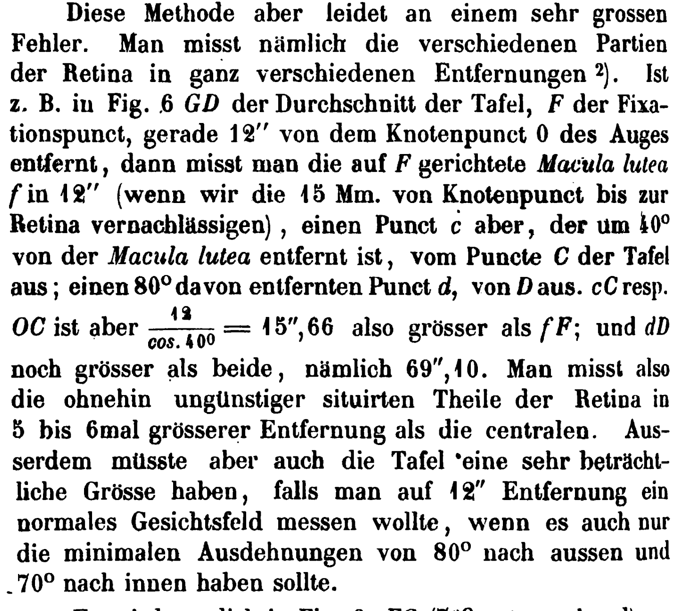
1) Archiv von DUBOIS und REICHERT. IV. 1870.

2) Auf diesem Wege lässt sich möglicherweise die Differentialdiagnose zwischen Axen- und Krümmungsmyopie machen. Im letzteren Falle wird das Gesichtsfeld weiter sein, als im ersteren.

3) Vergl. LANDOLT, Il perimetro e la sua applicazione. Ann. d'Ottalmologia del prof. Quaglino. Gennajo 1872. p. 1 u. f.

4) ZEHENDER's Monatsbl. 1867. p. 275.

Auf ähnliche Weise haben Aubert und Förster [1]) den Formsinn und Farbensinn der Peripherie der Retina bestimmt.


Fig. 6.

Diese Methode aber leidet an einem sehr grossen Fehler. Man misst nämlich die verschiedenen Partien der Retina in ganz verschiedenen Entfernungen [2]). Ist z. B. in Fig. 6 *GD* der Durchschnitt der Tafel, *F* der Fixationspunct, gerade 12″ von dem Knotenpunct 0 des Auges entfernt, dann misst man die auf *F* gerichtete *Macula lutea* *f* in 12″ (wenn wir die 15 Mm. von Knotenpunct bis zur Retina vernachlässigen), einen Punct *c* aber, der um 40° von der *Macula lutea* entfernt ist, vom Puncte *C* der Tafel aus; einen 80° davon entfernten Punct *d*, von *D* aus. *cC* resp. *OC* ist aber $\frac{12}{cos. 40^0} = 15'',66$ also grösser als *fF*; und *dD* noch grösser als beide, nämlich 69″,10. Man misst also die ohnehin ungünstiger situirten Theile der Retina in 5 bis 6mal grösserer Entfernung als die centralen. Ausserdem müsste aber auch die Tafel eine sehr beträchtliche Grösse haben, falls man auf 12″ Entfernung ein normales Gesichtsfeld messen wollte, wenn es auch nur die minimalen Ausdehnungen von 80° nach aussen und 70° nach innen haben sollte.

Es wird nämlich in Fig. 6, *FG* (70° entsprechend)

$$= 12.tg.\ 70^\circ = \quad 32'',97$$

und *FD* (80° entsprechend)

$$= 12.tg.\ 80^\circ = \quad \underline{68'',05}$$

Die Breite der Tafel müsste also sein

$$= \quad 101'',02$$

Da sich ein normales Gesichtsfeld aber nach aussen bis 90° und selbst mehr erstrecken kann, so wäre diese Grenze mit einer Fläche gar nicht zu bestimmen, da $FD = \infty$ würde.

Will man dagegen alle Puncte der Retina, annähernd von denselben Distanzen aus prüfen, so müssen sich die Objecte in einer mit dem Auge concentrischen Kugelfläche befinden.

Dies Princip scheint zuerst angewendet worden zu sein von Aubert und Förster [3]), welche danach den ersten Perimeter construirten. In etwas vollkommnerer Gestalt gab ihn Förster [4]) für die ophthalmologische Praxis an. Seinen Hauptbestandtheil bildet ein Halbring von zwölf Par. Zoll Radius, der an seiner Innenseite in Grade getheilt ist. In seinem Scheitelpunct ist er an einer verticalen

1) Graefe's Archiv III. II. I. 1857.
2) Möser, Inaug.-Diss. — Landolt l. c.
3) Graefe's Archiv III. 1857.
4) Möser, Inaug.-Diss. 1869.

Säule befestigt, und kann um diesen Punct so gedreht werden, dass er dabei eine halbe Hohlkugel beschreibt.

Im Mittelpunct dieser Hohlkugel soll der Knotenpunct des zu untersuchenden Auges liegen. Zu dem Zwecke befindet sich der ersten Säule gegenüber eine zweite, kürzere, die eine ausgehöhlte Stütze als Kinnhalter trägt. Von dieser aus geht ein schmaler, am Ende etwas gekrümmter Stab nach oben, dessen Ende genau $^1/_2''$ unter und $^1/_4''$ vor dem Centrum des Perimeterbogens steht. An dies Ende wird der untere Orbitalrand gepasst, welcher sich eben ca. $^1/_2''$ unter und $^1/_4''$ vor dem Knotenpuncte befinden soll. Von dem Fusse dieser Säule geht, um denselben drehbar, ein als Quadrant gebogener Drath aus, an dessen Ende eine kleine, auf- und abschiebbare Elfenbeinkugel steckt. Diese dient als Fixirobject, während auf dem Bogen, von der Peripherie nach dem Scheitelpuncte zu, ein kleines, weisses Quadrat als Prüfungsobject des indirecten Sehens vorgeschoben wird. Diese Bewegung wird vermittelt durch ein Kurbelrad, das sich an der ersten Säule mit der Hand drehen lässt und durch eine Schnur ohne Ende mit einem zweiten Rade, am Scheitel des Bogens und dadurch mit dem peripheren Objecte verbunden ist. Durch Drehung um die Axe kann der Bogen auf jeden Meridian des Auges eingestellt werden, und auf seiner Eintheilung lässt sich dann jeweilen der äusserste Punct ablesen, bis zu welchem das periphere Object noch gesehen wird.

Das so erhaltene Gesichtsfeld wird in ein gedrucktes Schema eingezeichnet. Dies bildet eine Strahlenfigur, deren Radien die jeweilige Stellung des Bogens angeben, während sie durch concentrische Kreise in 36 gleiche Theile getheilt werden, deren jeder je 5° der Bogeneintheilung entspricht.

Diese Art der Aufzeichnung ist eigentlich keine genaue: sie ist weder die wirkliche Projection der Halbkugel auf die Ebene, noch die Ausbreitung des Halbkugelmantels. Dennoch eignet sie sich zur Darstellung der Gesichtsfeldgrenzen sehr gut. Gesichtsfelddefecte aber, Scotome, erhalten in der Zeichnung dadurch eine etwas verzerrte Form, dass sie in meridionaler Richtung mehr als in äquatorialer verkleinert werden. Solche Scotome soll man daher noch extra in ihrer ebenen Projection aufzeichnen, weil man sich auf diese Weise eine richtigere Vorstellung von ihnen bildet.

Um das Gesichtsfeld dem Augenspiegelbilde, in welchem man sich gewöhnlich von der Papille aus orientirt, ähnlicher zu machen, zieht es Förster vor, nicht die *Macula lutea*, sondern die Papille als Centrum der Messung anzunehmen. Deshalb stellt er die Fixationskugel nicht in den Scheitelpunct des Halbkreises, sondern ca. 15° nach Innen davon, sodass dann der blinde Fleck dem 0-Punct der Eintheilung entspricht.

Aehnlich ist der Perimeter von Landolt [1]). Statt der Kurbeleinrichtung werden zwei periphere Objecte für jeden Arm des Bogens mit der Hand geleitet. Der Bogen ist etwas breiter, als der des Förster'schen Perimeters, um die Hand des Untersuchers zu verdecken, und bei feineren Prüfungen in der Nähe der *Macula lutea* den Bogen selber zum Aufzeichnen benutzen zu können. Die Innenfläche

1) Annali d'Ottalmologia Genn. 1872 p. 1.

desselben ist geschwärzt und die Eintheilung auf der äussern Seite angebracht. Dies macht das Ablesen viel leichter, da der Messende sich auf der Hinterseite des Bogens, dem Patienten gegenüber befindet, und stört die Aufmerksamkeit des Letztern weniger. Der Kopfhalter ist um seine verticale Axe drehbar, damit bei Drehung des Kopfes und doch gleicher Stellung des Auges untersucht werden könne. Es wird dadurch der sehr störende Einfluss der Nase vollkommen eliminirt.

Zu feinen Messungen in der Gegend der *Macula lutea* und des *Nervus opticus* ist die Innenfläche des Bogens von seinem 0-Puncte aus, in verticaler und horizontaler Richtung noch in $^1/_4$ Grade getheilt.

Diese Eintheilung reicht im Sinne der Krümmung des Bogens nach beiden Seiten bis 20°, senkrecht darauf in einer Richtung bis 5°, in der andern bis 2°. Da der Bogen keine Kugelzone, sondern ein Cylinderabschnitt ist, so entspricht eigentlich nur die erstere Eintheilung wirklichen Winkelgraden, die letztere ihren Tangenten, allein für die kleine Ausdehnung von 2° bis 5° kann man ohne grossen Fehler die Tangenten für die Bogen nehmen. Für weitere Messungen müsste man eben den Perimeter wieder in den betreffenden Meridian stellen. Der Bogen wird als ganzer Ring gegossen und ausgedreht, dann in 2 Hälften geschnitten, ist also ein mathematisch genauer Halbkreis.

Der Perimeter von Carter[1]). Dieser Perimeter ist ebenfalls nach dem Förster'schen Principe gebaut, besteht aber nur aus einem Quadranten von 1' Radius. Er lässt sich aber gerade so drehen und handhaben, wie die eben erwähnten Perimeter. Statt des Fixationspunctes hat er im Centrum eine mit einer kleinen Oeffnung versehene Scheibe, sodass, wenn der Patient durch dieselbe nach einem fernen Objecte sieht, sein Auge, auch ohne Anstrengung der Accommodation, fixirt ist. Letzteres ist ein Vorzug des Instrumentes, wenn auch der Einfluss der Accommodation auf die Gesichtsfeldgrenzen lange nicht so bedeutend ist, um pathologische Zustände vortäuschen zu können. Andererseits ist es viel practischer mit einem Halbkreise, also gleich in einem ganzen Meridiane zu messen, als mit einem Quadranten, den man für die Prüfung eines einzigen Meridians zweimal drehen muss.

Der Instrumentenmacher Jung in Heidelberg construirt Perimeter in der Art der Förster'schen, nur ist die Kurbelvorrichtung so eingerichtet, dass man das Object nicht nur durch Drehung an der Hinterseite des Instrumentes, sondern auch — zur Selbstuntersuchung — mit einem Griffe am Fusse des Kopfhalters in Bewegung setzen kann. Ausserdem hat das Instrument auch eine Vorrichtung, um den Kopf seitlich zu fixiren. Dies ist jedenfalls ein Vortheil vor den andern Perimetern, indem die einfache Kinn- und Orbitalstütze in manchen Fällen nicht genügende Unbeweglichkeit des Kopfes gewährt.

Der Perimeter von Dr. Scherk[2]) wird von einer wirklichen halben Hohlkugel von 1' Radius gebildet, welche an ihrem Scheitelpuncte an einer verticalen Stange hängt. Im Innern ist sie geschwärzt zu Kreidezeichnungen, eingetheilt in Meridiane und von 10° zu 10° in Parallelkreise. Um das Innere genü-

1) Bericht über den ophth. Congress in London 1872. Zehender, klin. Monatsbl. Sept. 1872. p. 282.

2) Zehender's klin. Monatsbl. 1872. X. pag. 151.

gend zu erleuchten, ist die Hohlkugel im verticalen Meridian halbirt, und lassen sich die beiden Theile, welche am Pole durch eine Charnière verbunden sind, auseinander klappen.

Die Fixation des Kopfes und Einstellung des Auges geschieht gerade wie im Förster'schen Perimeter, nur ist die Stütze für den untern Orbitalrand etwas breiter. Auch das Fixationsobject ist dasselbe wie in dem Apparat von FÖRSTER. Als Prüfungsobject benutzt man am besten ein Stück Papier, eingefügt in einen Fischbeinstab, welcher mit der Hand auf der Innenfläche der Kugel muss herumgeführt werden. Die Grenzpuncte giebt man mit Kreide an. Dabei steht der Untersuchende hinter oder seitlich vom Patienten.

Ist die Messung auf der einen Seite der Hohlkugel fertig, so klappt man diese zurück und setzt sie auf der andern fort. Ist sie auch hier vollendet, so giebt die Vereinigung der beiden Stücke das Bild des gesammten Gesichtsfeldes. Dies ist für die klinische Demonstration ein Vortheil des Apparates von SCHERK. Dagegen ist es unangenehm, nicht vor dem Patienten stehen zu können, zur Controle seiner Fixation. Ausserdem steht der Apparat, wie er in Berlin verfertigt wird, auf einem viel zu schwachen Fusse, und lassen sich die beiden Hälften nicht weit genug auseinanderlegen, Vorwürfe, welche übrigens nicht das Prinzip, sondern nur die Ausführung treffen. Wir haben diese Fehler verbessert, indem wir die Stange, welche die Halbkugel trägt, auf einen sichern, flachen Fuss setzten, auf welchem sie sich maximal öffnen lässt. Ausserdem vervollkommneten wir noch den Kopfhalter in der Art, dass wir mit der Stütze für den Infraorbitalrand des untersuchten Auges einen Arm mit einer gleichen Stütze für das andere Auge verbanden, und so dem Kopfe eine viel sicherere Stellung gaben. Diese Stütze lässt sich um ihre verticale Axe drehen, und ebenso lassen sich auch die kleineren Ansätze für den Orbitalrand drehen, sodass man die gleiche Einrichtung sowohl für die Prüfung des rechten, als des linken Auges verwerthen kann.

Der in der Utrechter Augenklinik zur Gesichtsfeldmessung gebrauchte Apparat bildet eine Combination von Perimeter und Tafel[1]). Er besteht aus einem Tischchen, auf welchem eine verticale, schwarze Holztafel steht. In der Mitte derselben ist, um seinen Scheitelpunct drehbar, ein flacher, metallener Halbring befestigt, und ihm gegenüber, in 12" Entfernung, die eben erwähnte Stütze für die beiden Augen des Untersuchten. Den Bogen benutzt man gerade so, wie den Perimeter; die Tafel aber ist, so weit sie reicht, als wirkliche Projection der Halbkugel auf die Fläche eingetheilt, und dient zur Aufzeichnung von Anomalien des Gesichtsfeldes, die innerhalb 45° von der Axe liegen. Ein 25mal verkleinerter Stempel, welcher gerade dasselbe Schema wiedergiebt, und auf Papier abgedrückt wird, ermöglicht die rasche Aufzeichnung seiner Formen in die Krankengeschichten.

Es ist dies eine ähnliche Einrichtung, wie der Campimeter von DOR, welcher zwar das Gesichtsfeld auf einer Fläche prüft, die aber als wirkliche Projection eines Theils der Hohlkugel eingetheilt ist; daher auch seine Schemata die Gesichtsfelddefecte getreu wiedergeben.

---

1) Es ist der verbesserte Apparat, welcher schon 1863 in der Dissertation von J. B. SCHUURMANN, zur Messung des Gesichtsfeldes mit Hilfe eines Halbringes beschrieben worden ist.

Die andere Seite der Tafel ist einfach als rechtwinkliges Coordinatensystem eingetheilt, sodass man nach Belieben auch die Messung des Gesichtsfeldes auf der Fläche vornehmen kann. Ein entsprechender Stempel dient wiederum zur schnellen Uebertragung des Gesichtsfeldes auf Papier.

Die mit diesem Instrumente vorgenommenen Prüfungen gehen immer von der *Macula lutea* als Centrum aus. Es wird daher der Theil der obigen Perimeter, welcher das Fixirobject trägt, überflüssig, indem man einfach den Scheitelpunct des Bogens (0°) fixiren lässt, welcher bei allen Stellungen desselben seinen Ort beibehält.

Da die *Macula lutea* dem hinteren Pole des Bulbus und in den meisten pathologischen Verhältnissen dem Mittelpuncte des Gesichtsfeldes näher liegt als der *Nervus opticus,* und jedenfalls in physiologischer Hinsicht das Centrum der Netzhaut bildet, so scheint es uns nicht nur einfacher, sondern auch richtiger, sie für alle Untersuchungen des Gesichtsfeldes zum Ausgangspuncte zu wählen.

§ 23. Mit all den beschriebenen Perimetern lassen sich die Messungen der Grenzen und alle anderen Prüfungen des indirecten Sehens leicht und genau vornehmen, und der Zeitaufwand ist bei einiger Uebung nicht grösser, als bei der fehlerhaften Messung auf einer Fläche.

Die auf solche Weise gefundenen Gesichtsfelder normaler Augen erstrecken sich von der Papille als Centrum an gerechnet:

	Förster			Landolt bei Emmetropie.		
	nach oben	45°	110°		55°	120°
	,, unten	65°			65°	
	,, aussen	70°	130°		85°	135°
	,, innen	60°			50°	
40°	,, oben aussen	50°	106°	bei 45°	65°	110°
140°	,, unten innen	56°		bei 135°	45°	
40°	,, oben innen	50°	125°	bei 45°	50°	135°
140°	,, unten aussen	75°			85°	

Bei Elimination der Störung durch die Gesichtsknochen findet Landolt die Gesichtsfeldgrenzen viel weiter: Es ergiebt sich dabei für das obige Auge, ebenfalls der Vergleichung wegen, von der Papille aus gerechnet:

nach oben	73°	151°
,, unten	78°	
,, aussen	85°	160°
,, innen	75°	
,, oben aussen	78°	150°
,, unten innen	72°	
,, oben innen	75°	159°
,, unten aussen	84°	

Die inneren Grenzen können sich sogar, bei noch stärkerer Drehung des Kopfes, noch mehr erweitern, allein die ruhige Fixation wird bei allzu starker

Abduction des Auges erschwert. Wenn man dagegen durch die Drehung des Kopfes um seine verticale Axe die störenden Theile der innern Seite (Nase) allein eliminirt, so findet man folgende Gesichtsfeldgrenzen:

nach	oben	55°	125°
,,	unten	70°	
,,	aussen	75°	150°
,,	innen	75°	
,,	oben aussen	63°	135°
,,	innen unten	72°	
,,	oben innen	70°	145° [1]
,,	unten aussen	75°	

Es tritt also dabei eine kleine Beschränkung von aussen her hinzu, und es bleibt die Beschränkung nach oben, dennoch aber kommen diese Gesichtsfeldgrenzen den wirklichen viel näher als ohne Drehung des Kopfes, und wenn man rasch prüfen will, so genügt die so erhaltene Genauigkeit vollkommen.

Uschakoff (l. c.) und Reich [2]) finden das Gesichtsfeld der Myopen kleiner, das der Hypermetropen grösser, als das emmetropische, und zwar ist nach Uschakoff

die	grösste	horiz.	Ausdehnung	der	$E = 142^0$,	die	kleinste	$= 137^0$
,,	,,	vertic.	,,	,,	$E = 120^0$	,,	,,	$= 114^0$
,,	,,	horizont.	,,	,,	$M = 140^0$	,,	,,	$= 100^0$
,,	,,	vertical.	,,	,,	$M = 120^0$	,,	,,	$= 92^0$
,,	,,	horizont.	,,	,,	$H = 174^0$	,,	,,	$= 147^0$
,,	,,	vertical.	,,	,,	$H = 146^0$	,,	,,	$= 123^0$

Dabei wurde jeweilen zur Elimination der das Auge umgebenden Theile ein Punct fixirt, welcher vom Scheitel des Perimeters abgerechnet um 20° nach der entgegengesetzten Seite lag, als man mass. Reich mass 220 Augen auf gleiche Weise. Er fand grössere Excursionen in den Gesichtsfeldgrenzen der drei Gruppen, grössere Maxima, kleinere Minima, die Mittelzahlen aber bleiben ungefähr dieselben.

Es ist bei allen Prüfungen des indirecten Sehens, namentlich auch bei der Bestimmung der Grenzen, rathsam, das Untersuchungsobject immer von aussen nach innen, von den weniger empfindlichen nach den empfindlicheren Theilen hinzuführen, weil die Fixation dabei leichter ist, und das Urtheil weniger gestört wird.

In Fällen, wo das centrale Sehen sehr herabgesetzt ist, oder gar ein centrales Scotom besteht, die Fixation also sehr schwer ist, kann man sich dadurch helfen, dass man den Zeigefinger des Patienten in den 0-Punct des Perimeters setzt, und ihn anweist, in Gedanken nach seinem Finger zu sehen. So bleibt das Auge gewöhnlich ruhig auf den verlangten Punct gerichtet.

---

1) Landolt l. c.

2) Materialien zur Bestimmung der Gesichtsfeldgrenzen u. d. dynam. Verhältnisse der Musculi recti externi u. interni in Augen m. verschd. Refraction. Diss. Inauguralis. Petersburg. Russisch. 1871.

Eine ganz rohe Art der Gesichtsfeldmessung, die früher viel in Gebrauch war, und die man nur als vorläufige Prüfung anwenden soll, ist die mit der Hand: Man lässt den Patienten sein eines Auge decken und mit dem andern ein Auge des Untersuchers fixiren. Dabei bewegt man eine Hand in der Peripherie des Gesichtsfeldes herum und kann zu gleicher Zeit einerseits controliren, ob der Patient ruhig fixirt, andererseits, ob man selbst noch die Hand zu erkennen im Stande ist. Natürlich findet man auf diese Weise die Ausdehnung des Gesichtsfeldes nur im Allgemeinen, und ohne seine Grenzen genau angeben zu können.

§ 24. **Der blinde Fleck.** Eine constante Lücke im Gesichtsfelde bildet die Eintrittsstelle des Sehnerven. Sie liegt nach innen und etwas nach oben von der *Macula lutea*. Der von ihr bedingte Gesichtsfelddefect muss also nach aussen und unten vom Fixirpunct liegen. Zur Messung der Ausdehnung desselben bringt man das Auge in eine genau bestimmte Entfernung von einer Fläche, worauf man einen Punct markirt hat. Während ruhiger Fixation desselben, führt man von aussen her langsam ein mit dem Grunde stark contrastirendes Object nach dem Fixirpuncte hin, und bezeichnet die Stelle, wo es verschwindet, und wo es beim Weiterführen wieder zum Vorschein kommt. Die Strecke zwischen beiden Marken, entspricht dann einer horizontalen Ausdehnung des blinden Flecks. Da derselbe aber eine unregelmässige Form hat, so genügt diese Messung allein nicht, sondern man muss ihn vollkommen umschreiben. Dies thut man am besten so, dass man in die Mitte des erst gefundenen Durchmessers ein Fixirobject bringt, und dieses von da an radiär nach allen Seiten führt, jedesmal den Punct bezeichnend, wo es sichtbar wird. Hat man so die gesammte Form des blinden Fleckes z. B. auf ein Blatt Papier projicirt, so lässt sich daraus die wirkliche Grösse der *Papilla nervi optici* leicht berechnen:

Ist die Entfernung zwischen Auge und Papier $= f$,

die Entfernung des zweiten Knotenpunctes von der Netzhaut $= F$ (für jeden Refractionszustand zu berechnen), und irgend eine lineare Grösse unserer Zeichnung $= \delta$, so findet man die ihr entsprechende wirkliche Grösse D auf der Netzhaut mit der Formel $\frac{f}{F} = \frac{\delta}{D}$

$$D = \frac{F\delta}{f}.$$

Unter der Voraussetzung, dass $F = 15$ Mm., was aber nur bei Emmetropie der Fall ist, fanden als Durchmesser des blinden Flecks: Listing $= 1.55$ Mm.; Helmholtz 1.81; Hannover und Thomsen $= 1.616$ Mm. Directe Messungen an Leichen von E. H. Weber haben ergeben: 2.10 Mm. und 1.72 Mm.[1]).

Will man nur den Winkel haben, welchen die Richtungslinie irgend eines Punctes der Zeichnung mit der Gesichtsaxe macht, so braucht man die Entfernung von Knotenpunct und Retina (F) nicht zu kennen. Steht nämlich die auf den Fixirpunct gerichtete Gesichtslinie senkrecht auf der Ebene, und nennen wir diese Entfernung wieder f, den Abstand irgend eines Punctes der Zeichnung vom Fixirpunct $= \beta$ und den gesuchten Winkel $= \xi$

$$\text{so ist: } \frac{\beta}{f} = tg\ \xi.$$

1) Helmholtz, Physiol. Optik p. 212 u. f.

Berechnen wir auf dieselbe Weise den Winkel für einen zweiten Punct der Zeichnung, der auf der Verbindungslinie zwischen dem ersten und dem Fixirpunct liegt, so giebt die Differenz zwischen beiden den Gesichtswinkel für den betreffenden Theil des blinden Fleckes. Diesen Winkel fanden HANNOVER und THOMSEN an 22 Augen = 3° 39′ bis 9° 47′, LISTING = 5° 55′, GRIFFIS 7° 31′, HELMHOLTZ 6° 56′, TH. YOUNG 3° 5′. Wollte man daraus die wirkliche Grösse berechnen, so brauchte man wieder das obige *F*.

Diese Winkel aber kann man viel einfacher erhalten durch directe Messung am Perimeter: Man lässt das Auge den 0-Punct fixiren, während man ein kleines Object auf dem Perimeterbogen hin bewegt und kann dann genau die Puncte an der Eintheilung ablesen, wo dasselbe verschwindet und wieder auftaucht. Ist der so gefundene Gesichtswinkel = ξ so ist die diesem Winkel entsprechende Grösse auf der Retina

$$D = 2F . Sin \frac{\xi}{2}$$

Auf dieselbe Weise haben LANDOLT[1]) und DOBROWOLSKY[2]) die Entfernung zwischen der Papille und der *Macula lutea* bestimmt:

Im 0-Punct der auf der Innenseite des LANDOLT'schen Perimeters (p. 55) angebrachten Eintheilung wurde ein weisses Object befestigt, von der Form und Grösse der Papille, projicirt auf die Entfernung des Perimeterradius. Während der Kopf des Untersuchten in gewohnter Weise gestützt, sein eines Auge verbunden war, führte man ein kleines Fixirobject langsam auf dem Coordinatensysteme der Eintheilung umher, und liess das andere Auge ihm folgen. So fand sich ein Punct, bei dessen Fixation das in 0° befindliche Object dem Auge vollkommen verschwunden war. In dieser Stellung entsprach also der Fixationspunct der *Macula lutea*, das Object, dessen Centrum in 0° liegt, der Papille. Die von da auf die Retina treffenden Strahlen kreuzen sich im vereinigten Knotenpuncte unter dem direct ablesbaren Winkel ξ. Die wahre Distanz zwischen beiden auf der Retina ist also:

$$D = 2F . Sin \frac{\xi}{2}$$

Die Untersuchungen ergaben, dass diese Distanz bei Emmetropen durchschnittlich beträgt = 3,915 Mm., bei Hypermetropen mehr, bei Myopen mässigen Grades weniger, bei höheren Graden von Myopie dagegen, wie sich erwarten liess, wieder mehr. — Wo die Form des hinteren Bulbusraumes durch Staphylome sehr unregelmässig geworden ist, da lässt sich diese Distanz nicht mehr mit Sicherheit berechnen.

§ 25. **Functionen des indirecten Sehens.** Die Peripherie der Netzhaut kann auf dieselben Functionen geprüft werden wie das Centrum, d. h. auf:

1) LANDOLT, Centralblatt f. med. Wissensch. 4. Nov. 1871. No. 45. und Annali d'Ottalmologia del prof. Quaglino. Fasc. I. Anno II. 1872. La distanza diretta tra la macula lutea e la papilla del nervo ottico.

2) DOBROWOLSKY, Klin. Monatsbl. 1871 pag. 437. Ueber den Abstand zwischen der Fovea centralis u. d. Centrum d. blinden Fleckes in Augen von verschiedener Refraction; und Annales d'oculistique. 1871. LXVI. pag. 217. Vergl. auch DONDER's: Annales d'oculistique. 1863. XLIX. pag. 213 und pag. 231.

Formsinn
Lichtsinn
Farbensinn.

Als Massstab dient im normalen Auge das Centrum der Retina, für das pathologische die entsprechenden Partien der Peripherie des normalen Auges.

Die Bestimmung des peripheren Sehens ist complicirter, als die des centralen, denn im letztern Falle beschränkt sich die Prüfung nur auf einen Punct, die *Macula lutea*, während man es im erstern mit einer ganzen Summe von verschiedenen Puncten zu thun hat. Diese alle befinden sich unter viel ungünstigeren Bedingungen für das Sehen, als das Centrum, denn:

1) Steht die *Macula lutea* in der optischen Axe des Auges, während sich für die übrigen Theile der Retina die Aberration der Lichtstrahlen um so mehr geltend macht, je peripherer sie liegen.

2) Fällt auf die Gegend der Macula das Maximum der Beleuchtung durch die mit ihr parallele und homocentrische Pupille; für die peripheren Theile dagegen verkürzt sich der mit ihrem Meridian parallele Durchmesser der Pupille proportional ihrer Entfernung von der Bulbusaxe. Damit vermindert sich also auch die Beleuchtung.

3) Geht durch Reflexion an Cornea und Linse um so mehr Licht für die Seitentheile der Retina verloren, unter einem je grössern Winkel mit der Axe dasselbe auftrifft.

4) Ist die Peripherie im Allgemeinen weniger im Sehen geübt, als das Centrum.

5) Steht erstere auch in ihrem anatomischen Bau dem Centrum nach, indem sie beinah nur Stäbchen, die *Macula lutea* dagegen nur Zapfen und wahrscheinlich auch mehr Nervenendigungen enthält.

Andererseits ist die Peripherie, weil weniger zum Sehen benutzt, auch weniger ermüdet und weniger geblendet [1]).

§ 26. **Prüfung des Formsinns der Netzhautperipherie.** Der Formsinn der Netzhautperipherie ist noch sehr wenig erforscht, und es hat auch die Prüfung desselben noch wenig Eingang in die Praxis gefunden. Wir müssen uns deshalb darauf beschränken, in Kürze das zu erwähnen, was die Physiologie davon kennt und die Art und Weise anzugeben, wie sie dazu gelangt ist. Es werden sich im Allgemeinen die gleichen Methoden auch für die ophthalmologische Praxis eignen.

Die ersten genauen Versuche über den Formsinn der Netzhautperipherie scheinen Hueck [2]), Volkmann [3]), und E. H. Weber [4]) vorgenommen zu haben.

Volkmann prüfte, analog seinen Versuchen über die centrale Sehschärfe, mit

1) Aubert, l. c. pag. 89—96.
2) Hueck. Von den Grenzen des Sehvermögens. Müller's Archiv 1840. p. 94.
3) Volkmann, Wagner's Handwörterbuch. III. I. p. 331.
4) E. H. Weber, Wagner's Handwörterbuch. III. II. p. 528., und Leipziger Berichte 1852. II. pag. 134.

einem Spinnwebfaden und mit parallelen Linien, von denen er die weiteste Entfernung von der Sehaxe, in welcher sie noch unterschieden werden, in Graden angab.

E. H. WEBER untersuchte, wie viele gewöhnliche Druckbuchstaben er zu gleicher Zeit erkennen konnte. Um die Augenbewegungen auszuschliessen, benutzte er dazu die momentane Beleuchtung mittelst eines electrischen Funkens.

Ausgedehntere Untersuchungen über diese Frage stammen von AUBERT und FÖRSTER[1]) und wurden nach verschiedenen Methoden vorgenommen:

1) Auf einem 2′ breiten und 5′ langen Bogen Papier wurden Zahlen und Buchstaben von gleicher Grösse in gleich grossen Zwischenräumen gedruckt. Dieser Bogen konnte über zwei horizontale Walzen, von 2 Fuss gegenseitigem Abstand, vertical ausgespannt werden, sodass durch Drehung der Walzen immer neue Objecte in das Gesichtsfeld kamen. Ausserdem konnte der Bogen dem Auge näher und ferner gerückt werden.

In immer gleicher Entfernung und Richtung zu dem Papiere befand sich eine Leidner Flasche mit gleichbleibender Entfernung ihrer beiden Kugeln. Das Auge blickte durch eine innen geschwärzte Röhre nach der Tafel, ohne von den überspringenden electrischen Funken geblendet zu werden. Das Zimmer wurde so weit verfinstert, dass das Auge nach 15 Min. Adaption die Ziffern der Tafel gerade noch als matte Puncte erkannte. Dies war darum nothwendig, um immer für die richtige Entfernung accommodirt zu sein. Während nun der Untersuchte nach der Tafel sah, wurde diese durch Entladung eines electrischen Funkens für einen Augenblick erhellt, und er gab dann an, wie viele und welche Zahlen er in diesem Momente erkannt hatte. Die Richtigkeit der Angabe wurde durch den Untersucher controlirt, und für jede Prüfung wieder ein neuer Theil der Tafel eingestellt. Die Menge der momentan erkannten Zahlen, sowie ihre Lage zu einander, ergab dann den Raum, den dieselben einnahmen.

Aus dem Durchmesser desselben und aus der bekannten Entfernung der Tafel vom Auge, liess sich der dem gefundenen Felde entsprechende Gesichtswinkel berechnen. Der halbe Durchmesser, dividirt durch die Entfernung des Auges von der Tafel ist nämlich gleich der Tangente des halben gesuchten Winkels. Den Gesichtswinkel für den Durchmesser der gesehenen Zahlen berechnet man auf gleiche Weise aus dem bekannten Durchmesser derselben und ihren Entfernungen vom Auge.

So fanden die beiden Forscher: 1) dass je weiter eine Figur von der Augenaxe entfernt liegt, um so grösser sie sein muss, um noch erkannt zu werden;

2) Dass kleine Figuren, in geringer Entfernung vom Auge, weiter von der Axe ab noch erkannt werden, als grosse in entsprechend grösserer Entfernung.

3) Dass der Formsinn der Retina nicht in concentrischen Kreisen um die *Macula lutea* abnimmt, sondern schneller nach oben und unten, langsamer nach innen und aussen.

Eine zweite, von AUBERT zur Prüfung des Formsinns der Netzhautperipherie angewandte Methode ist folgende[2]):

---

1) AUBERT u. FÖRSTER. v. GRÄFE's Arch. f. Ophth. VII. 1. 1860. pag. 152. AUBERT. Physiologie der Netzhaut II. pag. 235. 1865. 2) l. c. p. 14.

Ein weisser Blechstreifen von 0,3 M. Länge und 0,05 M. Breite, der nach Art der Windmühlenflügel um eine centrale Axe gedreht werden kann, ist an einer verticalen Stange so befestigt, dass er sich daran auf- und abschieben lässt. Der Axe des Blechstreifens genau gegenüber steht das eine Auge des Beobachters. Das andere wird durch einen schwarzen Schirm verdeckt. Während nun das zu untersuchende Auge die Axe fixirt, wird in einer Rinne der Blechtafel, von der Seite her, eine Karte mit zwei schwarzen Puncten langsam soweit vorgeschoben, bis dieselben als getrennte Objecte erkannt werden. Durch Drehung des Bleches um seine Axe lassen sich in gleicher Weise für alle Meridiane die Stellen finden, welche gleichen Formsinn besitzen. Aus dem Abstande derselben von der Axe und dem Abstande des Auges vom Fixirpuncte lässt sich dann jeweilen der Winkel berechnen, welchen die Richtungslinie der Objecte mit der Sehaxe einschliesst, d. h. um wie viele Grade die für die zwei Puncte gefundenen Grenzen des Unterscheidungsvermögens von der Axe entfernt sind.

Diese Methoden leiden an der Ungenauigkeit, welche wir oben als von der Projection des Gesichtsfeldes auf eine Fläche abhängig bezeichnet haben, d. h. es werden verschiedene Theile der Netzhaut auf verschiedene Distanz geprüft, ein Fehler, der bei der Untersuchung des Formsinns noch mehr in Betracht kommt, als bei der einfachen Bestimmung der Grenzen des Gesichtsfeldes. Es eignen sich deshalb diese Methoden nur zu Untersuchungen in der Nähe der *Macula lutea*, für peripherere Theile dagegen benutzt man hierzu besser den Perimeter, wie dies auch AUBERT und FÖRSTER in einer weitern Reihe von Untersuchungen gethan haben [1]: In die Läufer des Perimeters wurden 2 schwarze, runde Puncte auf weissem Grunde von 2,5 Mm. Durchmesser, und einem gegenseitigen Abstande von 14,5 Mm. eingefügt, und langsam vom Centrum nach der Peripherie bewegt, während der 0-Punct des Bogens fixirt wurde. So fanden sich denn die Grenzen, bei welchen die Objecte aufhören, als getrennte Puncte erkannt zu werden. Diese erstrecken sich, wie bei den Versuchen mit momentaner Beleuchtung, weiter nach innen und aussen, als nach oben und unten, und für beide Untersucher im linken Auge viel weiter nach aussen als nach innen, im rechten umgekehrt weiter nach innen als nach aussen [2].

Nach der gleichen Methode haben LANDOLT und ITO den Formsinn der Netzhaut geprüft. Als Objecte dienten je zwei kleine schwarze Quadrate auf weissem Grunde, deren gegenseitige Entfernung gerade so gross war, wie eines der Quadrate (Fig. 7), und deren Seite entsprach der Dicke der SNELLEN'schen Probebuchstaben von No. XX, No. XXX, No. L, und No. LXX. Puncte eignen sich nämlich zu diesen Untersuchungen weit besser als Buchstaben.

Fig. 7.

■ ■

Diese Objecte werden wiederum in den Läufern des Perimeters eingesetzt, und von der Peripherie her langsam dem fixirten Scheitel des Bogens genähert, und der Grad angegeben, bei welchen dieselben als zwei getrennte Objecte erkannt werden. Die Gründe, warum wir dieser Art der Messung vor derjenigen vom

1) AUBERT, Physiologie der Netzhaut. p. 245.
2) l. c. pag. 246 und GRÄFE's Arch. III. II. pag. 20.

Centrum beginnenden den Vorzug geben, haben wir unter § 23 angegeben. Es zeigte sich bei diesen Untersuchungen, dass es für die weitere Peripherie (von etwa 20° an, wo die Quadrate von Sn. L noch unterschieden werden) nicht leicht ist, die Grenze genau anzugeben, wo sie beginnen getrennt erkannt zu werden. Es giebt eine Zone von einigen Graden für die grössten Objecte, innerhalb welcher man im Gefühle schwankt, ob man schon zwei Puncte sieht, oder nur ein langgezogenes, dunkles Object mit etwas schmalerer, hellerer Mitte. Für die kleineren Objecte dagegen, von Sn. XX und XXX, die näher am Centrum erkannt werden, lässt sich diese Grenze ganz genau bestimmen.

Ferner bestätigen diese Versuche auch die Beobachtungen von Aubert und Förster (l. c. pag. 246), dass nämlich ausser dem Sehnerveneintritt noch andere, kleinere für Licht unempfindliche Stellen im Augenhintergrunde vorkommen, höchst wahrscheinlich den grossen Retinalgefässstämmen entsprechend. Dies ist auch der Grund, warum bei Landolt nach innen oben nicht bei 45° sondern bei 55° gemessen wurde, es fiel nämlich bei 45° eines der kleinen Objecte, wenn es sich dem Centrum auf ca. 16° näherte, regelmässig für einen Moment auf eine solche nicht percipirende Stelle.

Die Sehschärfe der zur Untersuchung verwandten, emmetropischen Augen war bei guter Tagesbeleuchtung = $\frac{30}{20}$. Zu gleicher Zeit wurden von denselben Augen mit der *Macula lutea*

die Puncte	von	No.	XX	als	2	erkannt	in	14′	Entfernung
»	»	»	XXX	»	»	»	»	22′	»
»	»	»	L	»	»	»	»	35′	»
»	»	»	LXX	»	»	»	»	48′	»

Ausserhalb des Centrums dagegen auf 1 Par. Fuss Entfernung (dem Radius des Perimeters) wurden die 2 Puncte erst als 2 erkannt bei folgenden Annäherungen an das Centrum:

		innen;	innen oben;	oben;	aussen oben;	aussen;	aussen unten;	unten;	innen unten.
No. XX	Landolt	10°30′	12°	12°30′	11°	12°30′	12°	18°30′	16°
	Ito	10°	10°	9°30′	10°	11°30′	10°	12°	13°30′
„ XXX	Landolt	13°	16°	14°	13°	17°	16°30′	22°	21°
	Ito	13°	13°	11°	12°	18°	12°	19°	17°
„ L	Landolt	21°30′	20°	21°	19°	23°30′	22°	24°	25°
	Ito	17°30′	18°	16°	15°30′	20°	20°	20°	22°
„ LXX	Landolt	25°	26°	25°	22°	31°30′	28°	28°	30°
	Ito	26°30′	21°	20°	20°	27°30′	25°	26°	27°

Daraus folgt, dass der Formsinn der Retina am besten ist auf ihren oberen, äussern obern, und inneren Theilen, schon weniger ausgebildet auf den innern obern Theilen. Die untern und äussern Parthieen dagegen stehen den ersteren an Distinctionsvermögen bedeutend nach. (Vergl. Fig. 8ª Gesichtsfeld von Landolt. Fig. 8ᵇ von Ito.)

Es sind dies dieselben Richtungen, denen auch unter normalen Verhältnissen engere Gesichtsfeldgrenzen überhaupt zukommen. Ohne Zweifel haben die beiden Erscheinungen dieselbe Ursache, d. h. mangelhafte Uebung:[1])

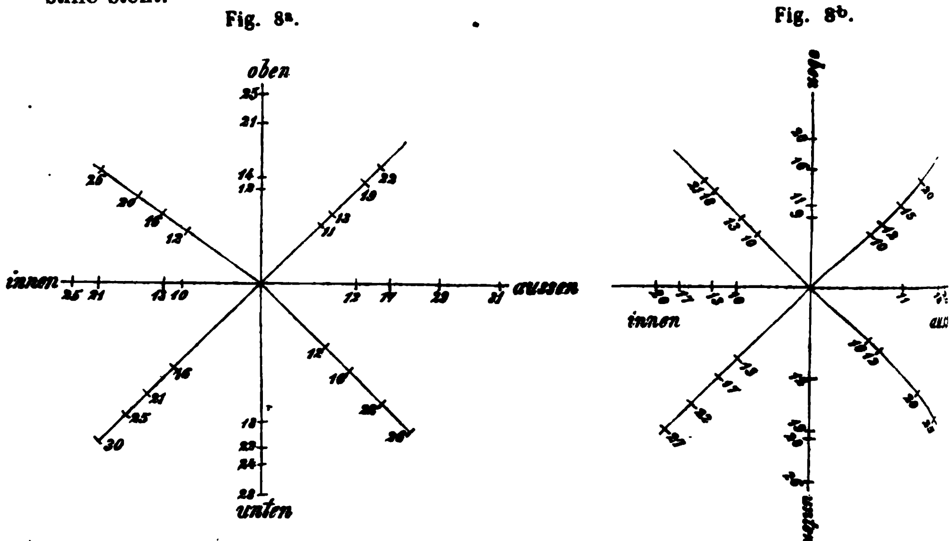
Die äusseren und unteren Gesichtsfeldtheile (innere und obere Retina) wer-

[1]) Landolt, Ann. Ottalm. I. p. 12. 1872.

den immerfort zur Orientirung benutzt, die inneren und oberen (äussere u. untere Retina) viel seltener.

Es zeigte sich auch bei diesen Versuchen wieder das oben erwähnte Factum, dass die Perception viel lebhafter ist bei Bewegung des Objectes, als wenn es stille steht.

Fig. 8a. Fig. 8b.



Wie Eingangs bemerkt, liegt dieses Feld der Untersuchung in der ophthalmologischen Praxis noch brach, so wichtig es auch wäre, den vielfachen bekannten pathologischen Veränderungen der Retina auch an der Hand der Prüfung des Formsinns ihrer gesammten Ausbreitung nach zu gehen. Der einzige Versuch dieser Art bestand bisher darin, der Bestimmung der Grenzen des indirecten Sehens mit der Hand analog, die ausgestreckten Finger mit der Peripherie der Netzhaut zählen zu lassen. Diese Methode ist begreiflicher Weise sehr unzulänglich: und wir empfehlen auch für die Prüfung des Formsinns der Netzhaut den Perimeter.

§ 27. **Prüfung des Lichtsinns der Netzhautperipherie.** Aubert[1]) prüfte das Lichtunterscheidungsvermögen der Netzhautperipherie auf folgende Weise:

Er stellte ein 1 □ " grosses weisses Papier auf schwarzem Grunde einem Fenster gegenüber auf und in je 25° Entfernung davon kleine Objecte zum fixiren. Das Auge befand sich im Centrum des durch die 5 Puncte bezeichneten Kugelsegmentes, dessen Radius 1 Meter betrug. Nun wurde die Helligkeit des Papierquadrates verglichen bei Fixation der verschiedenen Puncte. Dies erscheint allerdings beim indirecten Sehen etwas dunkler, bedenkt man aber, dass aus oben angeführtem Grunde (verkürzte Projection der Pupille für die peripheren Netzhautstellen), die excentrischen Retinaltheile auch wirklich weniger Licht von den Gegenständen bekommen, ferner, dass man sehr geneigt ist, scharf contourirte Bilder für heller zu halten, als verwaschene, wie die der Netzhautperipherie immer werden, und dass ausserdem die peripheren Retinalbilder stets

1) Physiologie der Netzhaut p. 89 — 96.

einen graulichen Schein bekommen, der die Vergleichung mit den centralen erschwert, so scheint es, dass der Lichtsinn in der ganzen Ausbreitung der Netzhaut keine erheblichen Verschiedenheiten darbietet. (AUBERT.)

Besser vielleicht, als auf eben angeführte Weise, lässt sich der Lichtsinn mit dem Perimeter prüfen. Man könnte dazu im dunkeln Raume eine kleine Lampe mit variabler Lichtstärke benutzen, die man nach Art der des Middelburgschen Ringes, am Bogen des Perimeters verschieben würde.

Es wäre aber auch ganz leicht, am Perimeter eine kleine Massonsche Scheibe, etwa von der Grösse einer Taschenuhr anzubringen, welche mit Federkraft einen schwarzen veränderlichen Sector auf weissem Grunde in Rotation versetzte. Diese würde man auf dem Perimeterbogen verschieben, und könnte so die Lichtsinnprüfung für jeden Punct der Peripherie in gleicher Weise vornehmen wie für das Centrum.

Ausgedehntere Untersuchungen über das Lichtunterscheidungsvermögen der Netzhautperipherie mangeln leider noch, und in der ophthalmologischen Praxis haben sie darum auch noch keine Verwerthung gefunden.

§ 28. **Prüfung des Farbensinns der Netzhautperipherie.** Bei der Prüfung des Farbensinns der peripheren Retinaltheile kommen vor allem auch wieder die Puncte in Betracht, welche wir oben, als die Farbenperception beeinflussend, angeführt haben. Ja man hat bei der Prüfung im indirecten Sehen vielleicht noch genauer darauf zu achten, weil dies Gebiet noch weniger erforscht ist, als die Farbenperception der *Macula lutea*, und Täuschungen desto leichter vorkommen können.

Die meisten der bisher ausgeführten Prüfungen wurden mit Pigmentfarben und mit Hilfe des Perimeters ausgeführt [1]) und zwar im Allgemeinen auf folgende Weise: Es werden in die excentrischen Objectträger des Perimeters farbige Papiere eingefügt, und dieselben, während die Macula des untersuchten Auges auf den 0 Punct gerichtet ist, langsam von der Peripherie nach dem Centrum geführt. Am Perimeterbogen liest man wiederum den Grad ab, wo das Auge zuerst die Farbe erkennt. [2])

AUBERT maass mit farbigen Quadraten von 1, 2, 4, 8, 16, 32 Mm. Seite. LANDOLT (l. c.) mit 1 □ Cm., die der Grösse der peripheren Objecte seines Perimeters entsprachen.

§ 29. Mit **Farbenmischungen** prüfte SCHELSKE die Netzhautperipherie. [3]) Er benutzte dazu einen Tessel'schen Apparat, d. h. eine Masson'sche oder Maxwell'sche Scheibe. Daran wurden zwei Farbenscheiben über einander geschraubt, deren obere, kleinere, einen Rand der unteren frei liess. Beide bestanden aus farbigen Sectoren, die gegen einander verschoben werden konnten. Eine innen geschwärzte Röhre von 2 Mm. Oeffnung ward auf den Rand der oberen Scheibe gerichtet. Zwischen dieser und der Röhre befand sich ein Glasprisma, durch dessen Verschieben der überstehende Rand der grössern Scheibe, wegen prismatischer

---

1) PURKINJE, Beobachtungen zur Physiologie der Sinne II. p. 1 — 36. AUBERT, FÖRSTER, SCHELSKE, WOINOW, LANDOLT, SCHOEN, COHN.

2) AUBERT, l. c. p. 116 — 124.

3) GRAEFE's Arch. IX. III. 41.

Ablenkung der Strahlen, in der Oeffnung des Rohres erschien, sodass man diese in schnellem Wechsel mit Licht der einen oder der anderen Scheibe erleuchten konnte. Das andere Ende des Rohres mündete in einen dunkeln Kasten, in welchem der Beobachter seinen Kopf mit Hülfe einer Kinnstütze fixirte.

Das Rohr konnte nun auf periphere Theile der Retina gerichtet werden, deren Lage durch den Winkel zwischen Gesichtslinie und Axe des Rohres bestimmt wurde. Eine zwischen Auge und innerer Rohröffnung befindliche Klappe diente dazu, das Licht hie und da vom Auge abzuhalten, um dieses ausruhen zu lassen.

Man könnte zur Prüfung der Netzhautperipherie mit Farbenmischungen ganz gut die oben vorgeschlagene, mit dem Perimeter verbundene Masson'sche Scheibe verwenden, auf welcher man, statt schwarzer und weisser, farbige Sectoren anbringen würde.

Von diesen Methoden der Farbenmessung gilt dasselbe, was wir oben von den Prüfungen mit Pigmentfarben auseinandergesetzt haben.

§ 30. Schelske[1]) prüfte deshalb die Netzhautperipherie auch mit Spectralfarben und Spectralfarbenmischungen. Er ging dabei auf folgende Weise vor: Sonnenlicht wurde mittelst eines Heliostaten, durch eine verticale Spalte, in ein dunkles Zimmer und hier auf ein Prisma reflectirt. Das dadurch gebildete Spectrum wurde von einer Linse (1',5 Brennweite) in ihrem Focus auf einen Schirm concentrirt. Letzterer hatte zwei verticale, horizontal und vertical verschiebbare Spalten, mit Gravesand'schen Schneiden, um 2 oder 1 Streifen des Spectrums durchzulassen. »Hinter dem Schirm befand sich eine Convexlinse ($^1/_2$), in deren Brennpunct ein Schirm von Pauspapier das einfache Licht auffing. Der farbige Fleck auf diesem Schirm war 3 Mm. hoch, 2 Mm. breit«. Es scheint also dass sich Schelske zur Mischung von Spectralfarben der oben beschriebenen Methode von Helmholtz bediente, was allerdings aus seiner Beschreibung nicht mit Sicherheit hervorgeht.

Der Kopf war ebenso gestützt wie in dem Versuche mit Farbenscheiben und zwischen Auge und Farbenfleck befand sich ebenfalls eine Klappe. Um die Strahlen auf periphere Theile des Auges fallen zu lassen, benutzte Schelske ein rechtwinkliges Prisma, dessen Hypotenuse die Strahlen durch totale Reflection ins Auge warf.

Mittelst dieser Methoden fand Schelske in seinem Auge eine rothblinde Zone, die beginnt aussen in 68°, innen in 53°, oben in 38°, unten in 37°. Die Grade sind von der *Macula lutea* aus gerechnet. Innerhalb dieser Zone hat er normale Farbenperception.

Dieser Apparat ist jedenfalls für seine Zwecke wohl geeignet. Ein Apparat aber, mit dem man leicht und schnell, auch in der ophthalmologischen Praxis, die Netzhautperipherie mit Spectralfarben prüfen könnte, mangelt noch. Ist es auch nicht sehr schwer, ein Spectrum zu erzeugen, und daraus eine beliebige Farbe zu isoliren, so ist es jedenfalls schwierig, diese Farbe succesive auf alle beliebigen Netzhauttheile zu lenken. Leichter geht es schon, wenn man die Farbe feststehen lässt, und successive einen Theil der Netzhaut nach dem andern darüber hinführt. Man kann dies in der Weise erreichen, dass man im 0 Punct des Perimeterbogens eine aus dem Spectrum isolirte Farbe mit einem Spiegel auffängt und auf das Centrum des Bogens reflectiren lässt.

1) l. c. p. 44.

Dann stellt man den Läufer auf einen peripheren Punct des Bogens und lässt ihn fixiren, während man ihn langsam dem Mittelpunct zuführt. So findet man den Punct, bei dessen Fixation das Auge die Farbe mit seiner Netzhautperipherie erkennt.

Mit den oben erwähnten Prüfungsmethoden fanden bisher alle Untersucher, dass die peripheren Netzhauttheile für Farben viel unempfindlicher sind, als das Centrum. Ausserdem ergaben sich für die einzelnen Farben verschieden weite Gesichtsfeldgrenzen. Am weitesten peripher wird auf schwarzem Grunde noch Blau und Gelb erkannt[1], weniger weit gehen die Grenzen für Grün, Roth und Violett.

Aubert findet in Mittelzahlen für-Roth 35°, für Gelb 34°. Landolt auf schwarzem Grunde für Stücke Heidelberger Blumenpapier von 3 □Cm., bei mittlerer Tagesbeleuchtung in Mittelzahlen:

Blau 71°
Gelb 67°
Orange 62°
Roth 57°
Hellgrün 50°
Dunkelgrün 42°,8
Violett 35°,2

Aubert auf weissem Grunde Grün 33°, Gelb 32°, Blau 24°, Roth 20°.

Ausserdem erscheinen die Farben alle, ehe sie richtig erkannt werden, in andern Nuancen. Ihre wirkliche Nuance und Intensität erlangen sie unter diesen Verhältnissen erst ganz nahe am Centrum.

Auf weissem Grunde scheinen alle so kleinen und relativ lichtschwachen Farbenstückchen, sobald sie über eine gewisse Grenze der Peripherie hinausgefallen sind, schwarz; auf schwarzem Grunde grau bis weiss. Die Uebergänge geschehen sehr allmälig, weshalb in den so gefundenen Grenzen etwas Willkürliches liegt und bei dieser Methode der Prüfung grosse Differenzen möglich sind.

Manche haben aus dem Angegebenen geschlossen, dass die Peripherie der Netzhaut im Normalzustande farbenblind sei, und zwar für die einen Farben mehr als für die andern. Aubert aber sprach schon den Gedanken aus, dass, wenn man alle Farbenprüfungen unter möglichst gleichen Verhältnissen (schwarzer und weisser Grund) und ausserdem mit gehörig grossen Objecten (64 Mm. Seite) vornehmen würde, die Farben nicht nur alle gleich weit, sondern auch alle bis an die äusserste Peripherie erkannt würden, wo überhaupt noch Licht empfunden wird.

Donders kam aus der Vergleichung des Verhaltens der Farben bei zunehmendem Dunkel und bei zunehmender Grösse ihres Einfallwinkels zu dem Gedanken, dass alle diese Differenzen in der Perceptionsfähigkeit für verschiedene Farben, nur darauf beruhen, dass die Netzhautperipherie zur Farbenperception mehr Beleuchtung gebrauche als das Centrum. Die Versuche, die wir mit ihm in dieser Richtung unternommen haben, bestätigten diesen Gedanken vollkommen[2].

Wir machten die Versuche einmal mit Pigmentfarben in folgender Weise:

---

1) Aubert l. c. und Landolt l. c. p. 16 u. Tav. VIIa. Sch. Ic.
2) Landolt, Heidelb. ophth. Congress. 1873.

In ein absolut dunkles Zimmer fiel nur durch eine kleine Oeffnung im Fensterladen directes Sonnenlicht. Dieses wurde auf das äusserste Ende des Perimeterbogens gelenkt. Während wir unser Auge ins Centrum des Bogens setzten, brachte man in die kleine intensiv beleuchtete Stelle farbige Papiere von möglichster Intensität der Färbung. Nun bewegte sich das Auge langsam vom entgegengesetzten Ende des Bogens nach seinem Scheitelpunkte zu und es zeigte sich dabei, dass wenigstens mit der innern Netzhautpartie alle Farben schon bei 90° erkannt wurden. Die Grösse des Objectes betrug weniger als 1 □Cm.

Um dieselben Prüfungen auch mit Spectralfarben zu machen, entwarfen wir ein Sonnenspectrum im sonst dunkeln Zimmer und liessen es durch eine achromatische Linse auf einen am einen Ende des Perimeters befindlichen Schirm fallen. Dieser hatte eine veränderliche Spalte, mittelst welcher man die einzelnen Farben aus dem Spectrum isoliren konnte. Während wir nun wiederum nach langer Adaption, und bei verbundenem zweiten Auge, das eine Ende des Bogens fixirten, wurde von einem Assistenten irgend eine Farbe des Spectrums auf die Spalte gelenkt, und wir drehten nun, unter steter Fixation unserer Fingerspitze, welche sich auf dem Bogen bewegte, das Auge allmälig der Farbe entgegen. Es zeigte sich auch hier wiederum, dass alle Farben schon bei 90° erkannt werden, wenn sie intensiv genug sind.

Daraus folgt, dass wir, wie oben bemerkt, bei allen Farbenprüfungen, zumal bei denen für die Netzhautperipherie, die Intensität der Farbe, sowie die Grösse der Objecte, die allgemeine Beleuchtung und den Grund, worauf die Untersuchungen vorgenommen werden, müssen in Rechnung bringen.

Wenn man auch nicht immer maximale Beleuchtung haben kann, so ist es doch für jede Farbenprüfung absolut nothwendig, ihre Resultate nur zu vergleichen mit denen, welche ein normales Auge unter ganz gleichen Verhältnissen liefert.

Literatur.

Volkmann, Wagner's Handwörterbuch. III. 1. und III. 2. 1846.

Weber, Wagner's Handwörterbuch. III. 2. 1846.

——, Berichte und Verhandlungen d. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig. II. pag. 128. 1852.

H. Meyer, Ueber den Einfluss der Aufmerksamkeit auf die Bildung des Gesichtsfeldes überhaupt und des gemeinschaftlichen Gesichtsfeldes beider Augen im Besondern. Arch. f. Ophth. II. 2. pag. 77. 1855.

A. von Gräfe, Ueber die Untersuchung des Gesichtsfeldes bei amblyopischen Affectionen. Arch. f. Ophth. II. 2. pag. 258. 1855.

——, Exceptionelles Verhalten des Gesichtsfeldes bei Pigmententartung der Netzhaut. Arch. f. Ophth. IV. 2. pag. 250. 1858.

Aubert und Förster, Beiträge zur Kenntniss des indirecten Sehens. Arch. f. Ophth. III. 2. pag. 1. 1857.

J. H. A. Haffmans, Bijdrage tot de Kennis van het Glaucoma. Inaug. Dissert. Utrecht. 1861. Idem. Verslag Ned. Gasth. V. Oogl. Nr. 2. pag. 338. 1861.
H. G. Maes, Over torpor retinae. Verslag Ned. Gasth. Oogl. Nr. 2. pag. 143. 1861.
Wittig, Studien über den blinden Fleck. Arch. f. Ophth. IX. 3. pag. 1. 1863.
W. Zehender, Historische Notiz zur Lehre vom blinden Fleck. Arch. f. Ophth. X. 1. pag. 152. 1864.
Helmholtz, Physiologische Optik. pag. 66, 219—221, 301, 845.
M. Förster, Ueber Gesichtsfeldmessungen. Klin. Mon. f. Augenh. V. pag. 293. 1867.
——, Ann. d'Ocul. LIX. pag. 5. 1868.
Wecker, Ein neuer Gesichtsfeldmesser. Klin. Mon. V. pag. 275. 1867.
——, Horatometer oder Gesichtsfeldmesser. Bull. de l'Acad. de méd. XXII. pag. 546. 1867.
Giraud-Teulon, Instrument zur Messung der Sehnerven-Papille. Klin. Mon. V. pag. 297. 1867.
Carl Möser, Das Perimeter und seiue Anwendung. Inaug. Diss. 1869.
M. Woinow, Ueber das Sehen mit dem blinden Fleck und seiner Umgebung. Arch. f. Ophth. XV. 2. pag. 155. 1869.
Uschakoff, Ueber die Grösse des Gesichtsfeldes bei Augen mit verschiedener Refraction. Aus der Klinik des Prof. Junge in St. Petersburg. Arch. f. Anat. pag. 454—482. 1870.
F. M. Heymann, Ueber einige neue Methoden der Gesichtsfeldprüfung. Jahresber. d. Gesellsch. f. Natur- und Heilk. in Dresden. pag. 66. 1870.
A. Sichel fils., De l'anesthésie rétinienne. Ann. d'Ocul. LXIII. pag. 201. 1870.
M. Reich, Matériaux servant à définir les limites du champ visuel etc. Diss. inaug. St. Petersbourg 1871.
Edmondo Landolt, Il perimetro e la sua applicazione. Annali d'Oftalmologia. I. 1. 1871.
——, La distanza diretta tra la macula lutea e la papilla del nervo ottilco. Annali d'Ott. 1872.
Brudenell Carter, Ein neues Perimeter. Klin. Mon. X. Sept. pag. 282. 1872.
Scherk, Ein neuer Apparat zur Messung des Gesichtsfeldes. Klin. Mon. pag. 151. 1872.
W. Dobrolowsky, Zur Lehre von der Grösse des Gesichtsfeldes. Klin. Mon. X. pag. 159. 1872.
Hersing, Ringförmiger, concentrischer Gesichtsfelddefect. Arch. f. Ophth. XVIII. 2. Pag. 69. 1872.
Wilhelm Schön, Ueber die Grenzen der Farbenempfindungen in pathologischen Fällen. Klin. Mon. XI. pag. 171. 1873.
H. Cohn, Erfahrungen über die Wirkung des Strychnin. Wien. med. Wochenschr. 1873.

V. Dioptometrie.

Die Bestimmung der Refraction und der Accommodation.

§ 31. Bei der Untersuchung der Refractionsanomalien hat man vor Allem auf folgende Puncte zu achten:

1) Refraction und Accommodation sind zwei ganz getrennte Begriffe.

2) Die Accommodation steht in engem Verbande mit der Convergenz der Gesichtslinien (relative Accommodation).

3) Gleichzeitig mit der Refraction muss auch die Sehschärfe bestimmt werden.

Donders war es, welcher die Trennung von Refraction und Accommodation streng durchführte: »Eine strenge Scheidung zwischen den Anomalien der Refraction und der Accommodation ist darum nothwendig, weil die Begriffe von Refraction und Accommodation in ihrem Wesen gänzlich verschieden sind. Die Refraction des Auges ist die Lichtbrechung im Ruhezustande, welche der dioptrische Apparat vermöge seiner Form besitzt, unabhängig von Muskelwirkung, unabhängig von Accommodation. Die Accommodation des Auges dagegen beruht auf der Veränderung, welche die Refraction durch willkürliche Muskelwirkung eingehen kann.«[1])

Die totale Entspannung der Accommodation erreicht man meistentheils erst durch Anwendung von Mydriaticis. Bei der Hypermetropie ist die für das Deutlichsehen erforderliche Accommodation habituell geworden. Aber auch junge Emmetropen und Myopen können gewöhnlich ihre Accommodation nicht vollkommen entspannen; am allerwenigsten bei Convergenz der Sehlinien. Für jeden Grad von Convergenz kann das Individuum nur über einen ganz bestimmten Spielraum von Accommodation verfügen. Donders nannte denselben die relative Accommodationsbreite und bestimmte sie für emmetropische sowohl, als für ametropische Augen.

Häufig findet sich Accommodationskrampf bei progressiver Myopie, und bei Myopie die verbunden ist mit herabgesetzter Sehschärfe, sei es in Folge von Astigmatismus oder von Trübung der brechenden Medien. Der Grund davon liegt in der Neigung, die Diffusionsbilder durch die Verengerung der Pupille zu beschränken, welche mit der Anspannung der Accommodation Hand in Hand geht.

§ 32. **Bestimmung der Hypermetropie.** Die Untersuchung bezweckt die Bestimmung der Lage des Fernpunctes, d. i. die Bestimmung der Refraction bei möglichster Entspannung der Accommodation.

Die Prüfung des Nahepunctes ergiebt dann mit Rücksicht auf das Alter und den übrigen Zustand des Auges die Controle, ob die erste Bestimmung richtig war. Ein weiteres Mittel zur Controle liegt in der Sehschärfe, welche in den beiden Untersuchungen übereinstimmen muss. Wir bedienen uns dazu der Probebuchstaben CC—XX, die auf 200, resp. 20 Fuss unter einem Winkel von 5′ erscheinen. Sie müssen gut beleuchtet (vgl. § 7) und in einer Entfernung von circa 20 Fuss vom Untersuchten aufgestellt werden. Sieht dieser alle Buchstaben, resp. Figuren, deutlich, und bessern schwache Concavgläser seine Sehschärfe nicht merklich, so ist Myopie sicher ausgeschlossen. Der Untersuchte kann möglicherweise Hypermetrop, aber durch Zuhülfenahme seiner Accommodation adaptirt sein. Nun bringt man vor seine beiden Augen successive stärkere Convexgläser. Die stärksten Convexgläser, welche noch ertragen werden, geben den Grad der manifesten Hypermetropie (*Hm*) an.

Im jugendlichen hypermetropischen Auge bleibt trotz vorgesetzter Convexgläser immer noch ein Theil der Accommodation bestehen. Man nennt diesen nach Donders die latente Hypermetropie (*Hl*). Bringt man nun Atropin ins

[1]) F. C. Donders, Astigmatisme en cylindrische glazen. p. 4. Utrecht 1862.

Auge und folgt darauf vollkommene Entspannung der Accommodation, so erhält man die **totale Hypermetropie** (*Ht*).

Hm bildet einen kleinen Theil von *Ht*, wenn früher keine oder eine viel zu schwache Brille getragen worden ist. Es vermindert sich auch die latente Hypermetropie zu Gunsten der manifesten, wenn man den Untersuchten auf kurze Zeit durch ein positives Glas sehen lässt. Hat sich der Untersuchte schon seit langer Zeit einer Convexbrille bedient, dann entspricht gewöhnlich die anfänglich gefundene manifeste Hypermetropie der Stärke der Brille. Man thut also gut, auf die vorher gebrauchten Gläser Rücksicht zu nehmen.

Bei der Bestimmung der manifesten Hypermetropie ist es sehr wünschenswerth, beide Augen gleichzeitig zu prüfen, weil das bedeckte Auge hierbei häufig nach innen abweicht und durch die mit dieser Convergenz verbundene Accommodationsanspannung zu einer täuschenden Verminderung der Hypermetropie Veranlassung giebt.

Die mit der Wahl der Gläser verbundene Prüfung der Sehschärfe ergiebt sofort, ob zu starke positive Gläser vorgesetzt worden sind.

§ 33. **Bestimmung der Myopie.** Wenn die Probebuchstaben auf den erforderlichen Abstand gar nicht oder nur mit grosser Mühe erkannt werden, so kann man mit Wahrscheinlichkeit auf Myopie (*M*) schliessen. Man untersucht nun, ob in grösserer Nähe verhältnissmässig besser gesehen werde, oder nicht.

Bringt man die Probeobjecte allmälig weiter vom Auge weg, so ergiebt die grösste Entfernung (*R*), in welcher die Sehschärfe gleich bleibt, den natürlichen Fernpunct. Mithin ist der Grad der Myopie, $M = \frac{1}{R}$.

Allein das *R*, das wir finden als den Abstand des natürlichen Fernpunctes vom vorderen Knotenpuncte des Auges, ist nicht das **absolute** *R*. Der Myope muss nämlich convergiren, um auf die Distanz seines Fernpunctes binoculär zu sehen, und diese Convergenz führt wieder eine Anstrengung der Accommodation mit sich.

Verschiedene Individuen zeigen hierin ein verschiedenartiges Verhalten.

Bei Herabsetzung der Sehschärfe, zumal wenn dieselbe auf regelmässigem oder unregelmässigem Astigmatismus beruht, findet man mehr Neigung in der Nähe und unter einem grösseren Winkel zu sehen, und in Folge dessen auch gewöhnlich Accommodationsspasmus. Erst nach Anwendung von Mydriaticis entspricht *R* dem vollkommen richtigen Grade der Myopie.

Man muss also die gefundene Myopie stets durch die Prüfung der Sehschärfe für die Ferne controliren.

Das schwächste Concavglas, womit auf Abstand die beste Sehschärfe erreicht wird, drückt den Grad der Myopie aus. Aber selbst beim Sehen in die Ferne kann ein Accommodationskrampf fortbestehen, besonders in Fällen von rasch progredirender Myopie und auch da, wo die mit der Accommodation verbundene Verengerung der Pupille das scharfe Sehen begünstigt.

Es ist bemerkenswerth, dass selbst Fälle von hochgradiger Hypermetropie bisweilen Myopie vortäuschen können. Wie v. Gräfe bemerkte, soll besonders

bei enger Pupille der Nachtheil grösserer Lichtdiffusion geringer sein als der Vortheil des mit der Accommodation verbundenen, grösseren Sehwinkels. Hochgradige Hypermetropen, die in keiner Entfernung scharf sehen können, nehmen deshalb die Objecte, gerade wie Myopen, ganz nahe ans Auge. Die Prüfung auf grossem Abstand ergiebt aber sofort, ob man es mit Hypermetropie oder mit Myopie zu thun hat.

§ 34. **Bestimmung der Accommodationsbreite.** Nach genauer Bestimmung der Refraction findet man die Accommodationsbreite dadurch, dass man den nächsten Punct aufsucht, in welchem das für die Ferne corrigirte Auge noch deutlich sieht: $\frac{1}{A} = \frac{1}{R} - \frac{1}{P}$ worin A = Accommodationsbreite, R = Entfernung des Fernpunctes, P = Entfernung des Nahepunctes vom ersten Knotenpuncte bezeichnet.

Man hat dabei den binoculären Nahepunct und den absoluten Nahepunct auseinander zu halten. Wenn beide Augen gleiche Refraction und genügende Sehschärfe besitzen, so findet man den nächsten Punct, den beide Augen noch gleichzeitig deutlich sehen können, sehr leicht. Der binoculäre Nahepunct ist es auch, welcher in der Praxis hauptsächlich in Betracht kommt. Es kann aber jedes Auge für sich allein gewöhnlich noch mehr accommodiren, wenn auf noch kürzeren Abstand convergirt wird. Dieser absolute Nahepunkt ist nicht so leicht zu bestimmen, indem die allerstärkste Anspannung der Accommodation gewöhnlich nur für einen Augenblick anhält.

Für klinische Zwecke reicht es aus, den Nahepunct mit den kleinsten Nummern der Leseproben zu bestimmen. Kleinere Entfernungen würden eigentlich einen so kleinen Druck verlangen, dass die Grösse der Buchstaben mit dem für dasselbe Auge gefundenen kleinsten Gesichtswinkel übereinstimmte. Unter dem grösseren Sehwinkel wird auch dann noch gelesen, wenn die Buchstaben innerhalb den Abstand des Deutlichsehens kommen, auf der Netzhaut also einigermaassen diffuse Bilder entwerfen.

§ 35. **Optometer, die auf dem Scheiner'schen Versuche beruhen.** Ausser den oben erwähnten Methoden giebt es noch eine Reihe von Instrumenten, um die Refraction und die Accommodation zu bestimmen. PORTERFIELD[1]) nannte sie Optometer: »An instrument, which from its use in measuring the limits of distinct vision, and in determining with great exactness the strength and weakness of sight, may be called an Optometer.« PORTERFIELD[2]) benutzte zur Construction seines Optometers den Scheiner'schen Versuch. (Durch ein Plättchen mit zwei nahe an einander stehenden, feinen Oeffnungen, wird ein Object, für welches ein Auge nicht adaptirt ist, doppelt gesehen.)

Dieser Optometer, in seiner von YOUNG[3]) verbesserten Gestalt, besteht aus einer kleinen 8" langen, 1" breiten Elfenbeinplatte, über deren ganze Länge hin sich ein schwarzer Streifen zieht. An dem einen Ende befindet sich ein vertika-

1) PORTERFIELD, On the eye. Edinburgh 1759. V. I. p. 423.
2) —— Med. Essays. Vol. IV. p. 180.
3) YOUNG, Phil. transactions. 1801. p. 35.

les Messingplättchen mit parallelen, vertikalen Spalten. Während diese möglichst nahe vor die Pupillaröffnung gehalten werden, fixirt das Auge die schwarze Linie. Letztere erscheint dabei nur in demjenigen Puncte einfach, für welchen das Auge adaptirt ist, ausserhalb desselben doppelt. Ein Zeiger, welcher sich längs einer Scala auf dem Optometer verschieben lässt, giebt den Punkt des Einfachsehens an. Für sehr kurzsichtige Augen findet man auf diese Weise direct den natürlichen Fernpunkt, für nicht kurzsichtige dagegen kann an dem Gitter eine positive Linse von 4" Brennweite angebracht werden.

Auf demselben Principe beruht das Optometer von G. Stampfer. Dieses besteht aus einem ausziehbaren Rohre, dessen oculares Ende eine Convexlinse von 5" Brennweite und eine Platte mit zwei Spalten enthält, welche ungefähr $\frac{1}{3}$''' breit und $\frac{1}{2}$''' von einander entfernt sind. Als Object dient eine an der andern Seite des Rohres befindliche Spalte von höchstens $\frac{1}{20}$''' Breite, welche mit den oben genannten Spalten parallel läuft und mit mattem Glase bedeckt ist. Durch Ein- und Ausschieben dieses Gitters bestimmt man die Entfernung, auf welche die Spalte einfach gesehen wird.

Lehót[1]) berichtet, dass er die mittlere Sehweite von 14070 Augen mit Hülfe eines vereinfachten Young'schen Optometers bestimmt habe. Er bediente sich dazu eines 3 Fuss langen, mit schwarzem Sammet bekleideten Lineals, über dessen Länge hin ein weisser Faden gespannt war. Wird dieser Apparat mit seinem einen Ende an das untere Augenlid gedrückt, horizontal, geradeaus gehalten, so erscheint der Faden in der Entfernung des deutlichen Sehens einfach, diesseits und jenseits desselben doppelt. Der Theil, der einfach gesehen wird, entspricht gewöhnlich nicht nur einem Puncte, sondern einer grösseren Strecke, deren Länge sich umgekehrt verhält, wie die Weite der Pupille.

In jüngster Zeit wurde der Scheiner'sche Versuch von Amerika aus aufs Neue wieder als Optometer empfohlen, und zwar durch W. M. Thomson[2]).

Zur Bestimmung der Refraction lässt er nach einem 20 Fuss entfernten Lichte oder einer in Carton ausgeschnittenen beleuchteten Spalte sehen, während er ein Plättchen mit zwei feinen Oeffnungen vor das Auge hält.

Bei Ametropie entstehen auf diese Weise monoculäre Doppelbilder, und zwar, in Bezug auf die Lage der Oeffnungen, bei Myopie gleichnamige, bei Hypermetropie gekreuzte. Um leicht angeben zu können, wie die Doppelbilder liegen, bedeckt er eine der Oeffnungen mit farbigem Glase und schätzt den Grad der Ametropie aus der Entfernung, welche die Doppelbilder von einander zu haben scheinen.

Für die practische Anwendung haben die auf dem Scheiner'schen Versuche beruhenden Optometer, wie schon Treviranus bemerkt, den Nachtheil, dass man sich nicht immer leicht davon überzeugen kann, dass wirklich durch beide Oeffnungen gesehen wird, d. h. ob sich beide Oeffnungen vor der Pupille befinden, und das Object in der Richtung liegt, wo die durch zwei Oeffnungen begrenzten Gesichtsfelder zusammenfallen.

---

1) Bull. univers. des sciences mathemat. 1829. Nov. p. 417.

2) W. M. Thomson M. D., An additional method to determine the degree of ametropia. Americ. Journal of the med. sciences f. Jan. 1870.

Ferner ist es, wie wir später sehen werden, sehr schwer, sich von der An- oder Entspannung der Accommodation Rechenschaft zu geben, wenn man durch optische Instrumente nach einem Gegenstande sieht, weil man dann die Entfernung nicht richtig zu beurtheilen im Stande ist. Ausserdem lässt sich auch die Grenze, wo das Object vollkommen scharf einfach gesehen wird, nicht genau angeben, besonders nicht von stark beleuchteten Faden, oder Spalten, die in Folge der Irradiation doch immer verbreitet erscheinen.

Endlich ist noch ein Hauptnachtheil der, dass es auf diese Weise beinahe unmöglich ist, beide Augen gleichzeitig zu prüfen, die Bestimmung des binoculären Nahepunctes also ausgeschlossen bleibt, und dass hierbei nicht gleichzeitig auch die Sehschärfe kann controlirt werden.

§ 36. **Optometer, welche auf chromatischer Aberration beruhen.** Ein anderes Mittel zur Diagnose der Ametropie beruht auf der chromatischen Aberration des Auges, welche für Ungeübte leichter zu erkennen ist, als die Erscheinungen, welche sich aus dem Scheiner'schen Versuche ergeben. Helmholtz machte darauf aufmerksam, dass diese Erscheinungen am auffallendsten zu Tage treten, bei Licht, welches aus den beiden äussersten Farben des Spectrums besteht. Dies erreicht man, wenn man Sonnenlicht durch dunkelviolettes Glas fallen lässt. Solche Gläser absorbiren die mittleren Strahlen des Spectrums, und lassen nur die äussersten, roth und violett, durch. Experimentirt man mit Lampenlicht, das wenig blaue und violette Strahlen enthält, dann wählt man nach Helmholtz, besser ein blaues Kobaltglas, welches von Orangegelb und Grün wenig, dagegen wohl das äusserste Roth, das Indigo und Violett durchlässt. Bringt man vor die Oeffnung eines Lampenschirmes ein solches Glas, und verschafft sich dadurch einen im gemischten Lichte leuchtenden Punkt, dann bilden, wenn das Auge für die violetten Strahlen accommodirt ist, die rothen einen Zerstreuungskreis, und man erhält einen violetten Punkt mit rothem Hofe. Ist dagegen das Auge für die violetten Strahlen accommodirt, dann entsteht aus den rothen ein Zerstreuungskreis, und man hat einen violetten Punkt im rothen Felde.

Wenn das Auge für Strahlen von mittlerer Brechbarkeit, zwischen roth und violett, accommodirt ist, dann bilden die rothen und die violetten einen gleich grossen Zerstreuungskreis und die beleuchtete Fläche ist gleichmässig gefärbt. Auf diese Weise lässt sich bestimmen, in welcher Entfernung das Auge für Strahlen von mittlerer Wellenlänge accommodirt ist.

Zur Erkennung geringer Grade von Ametropie liegt in diesem Principe ein schnelles und bequemes Hülfsmittel: Lässt man durch ein Kobaltglas nach einem Kerzenlichte sehen, dann erscheint dem myopischen Auge das blaue Diffussionsbild grösser als das rothe, die Mitte des Lichtes also röthlich, der Rand blau. Umgekehrt bei Hypermetropie: da ist die Flamme in der Mitte blau, am Rande roth. Bei höhern Graden von Ametropie werden die Zerstreuungskreise zu gross, um den Unterschied in den Farben deutlich hervortreten zu lassen.

Hat man bei Ametropie die Brille annäherungsweise gewählt, dann liesse sich mit Hülfe eines violetten Glases sofort prüfen, ob das Correctionsglas zu stark oder zu schwach sei.

Bedient man sich hierzu nach § 42 der Stokes'schen Linse mit constanter Axe, und als Object einer durch rothviolettes Licht beleuchteten Spalte, dann kann man durch Einstellung der Stokes'schen Linse die Refraction in dem Meri-

diane, welcher senkrecht zur Spalte steht, nach einander für roth und für violett bestimmen. Die dazwischen liegende Einstellung, bei welcher die Spalte gleichmässig gefärbt erscheint, ergiebt die Refraction für gemischtes Licht in dem betreffenden Meridiane.

Young theilt eine Bemerkung von Wollaston mit: »Er sieht durch ein Prisma nach einem Lichtpunkte, welcher ein lineares Farbenspectrum entwirft. Das Auge kann sich nicht so adaptiren, dass das ganze Spectrum als eine Linie erscheint, denn, wenn es für rothe Strahlen accommodirt ist, dann werden die blauen zu stark gebrochen und zu einer Fläche ausgedehnt. Das Gegentheil findet statt, wenn das Auge für blaue Strahlen accommodirt ist. In Folge dessen erscheint die Linie in beiden Fällen triangulär«.

Dr. B. A. Pope [1]) hat, auf Veranlassung von Helmholtz, diese Wahrnehmung mit dem Scheiner'schen Versuche combinirt. Er sieht durch ein Prisma nach einem Lichtpunkte, während vor die Pupille ein Plättchen mit zwei Oeffnungen gehalten wird, deren Verbindungslinie mit der Axe des Prismas parallel gerichtet ist. In der Farbe, für welche das Auge accommodirt ist, erscheint der Punkt einfach, während er sich für die andern Farben divergirend verdoppelt. Ist das Auge für eine der äussersten Farben accommodirt, dann wird das lineare Spectrum zu einer V-förmigen Figur, während es bei Accommodation für die mittleren Farben ein Kreuz bildet.

§ 37. **Optometer, welche auf Sehprüfung mit oder ohne Correctionsgläsern beruhen.** Unter den Optometern, welche auf Sehprüfung beruhen, haben wir vor allem zu erwähnen den Drahtoptometer von v. Gräfe. Nach einem von Coccius [2]) angegebenen Principe besteht dieser aus sehr feinen, schwarzen Fäden, welche gegen einen hellen Hintergrund betrachtet werden müssen. Der grösste und der kleinste Abstand des Deutlichsehens (resp. des *Punctum remotissimum* und *Punctum proximum*) wird hier mit Hülfe eines aufrollbaren Centimetermassstabes approximativ bestimmt.

Alfred Smee's Optometer [3]) besteht aus einem graduirten Massstabe, längs welchem sich ein Brett mit Sehproben bewegen lässt. An dem Ende, welches vor das Auge zu stehen kommt, befinden sich 4 positive Gläser, resp. $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{2^1/_2}$. Durch eins dieser Gläser wird das Probeobject betrachtet.

Laurence [4]) bedient sich hierzu eines Schuhmachermassstabes, welcher auf dem einen Schieber ein Blatt mit Druckschrift trägt.

Genauer wird die Entfernung vom Object zum Knotenpunkte für jedes Auge bestimmt durch den von Donders verbesserten Optometer von Hasner [5]), wobei dafür gesorgt ist, dass die Entfernung eventuell gebrauchter Gläser von den Augen unveränderlich bleibe und bei allen Graden von Convergenz durch die

1) Arch. f. Ophth. IX. 1. p. 41.
2) Coccius, Der Augenspiegel. Leipzig 1851. p. 148 u. 182.
3) Alfred Smee, The eye in health and disease. 1854. p. 50.
4) Laurence, Optical defects of the eye. London 1865. p. 40.
5) Hasner v. Artha, Prager Vierteljahrsschrift 1851. B. 32. p. 166.

Mitte derselben gesehen werde [1]. Dieser Optometer besteht aus einem horizontalen, rechteckigen Brett, das auf einem Stativ steht. Es hat eine Länge von 5', eine Breite von 9". Ueber seine Länge hin ziehen sich drei Rinnen, worin mit Hülfe geeigneter Handhaben eine Stange mit einem senkrecht stehenden Drahtoptometer oder einer Platte mit feinen Oeffnungen verschoben werden kann. Der Abstand zwischen den zwei äussersten Rinnen beträgt 20½''', und entspricht also ungefähr demjenigen zwischen parallel gerichteten Gesichtslinien. Bewegt sich das Object in der mittleren Rinne, dann convergiren beide Augen gleich stark. Am einen Ende des Brettes befindet sich ein Ausschnitt für die Nase des Untersuchten, und vor dessen Augen zwei Halbringe zur Aufnahme der Correctionsgläser. Diese Fassungen sind in einer horizontalen, kreisförmigen Rinne beweglich, deren Krümmungsmittelpunkt in dem Drehpunkt des Auges liegt, während der Cornealscheitel zusammenfällt mit dem Fadenkreuze zweier Fernrohre, die auf beiden Seiten der Augen senkrecht zur Sagittalebene angebracht sind. Die Stellung des Kopfes wird fixirt durch zwei hölzerne Stangen, die nach Belieben ausgezogen werden können und die den Jochbeinen zur Stütze dienen. Die Rinnen, in welchen die Gläserfassungen laufen, können durch Schrauben einander genähert werden, während eine Feder sie aus einander hält. Ihr Abstand wird auf einer Scale abgelesen. Er muss immer dem gegenseitigen Abstande der parallel gerichteten Gesichtslinien gleich sein.

Mit diesem Optometer hat Donders seine classischen Untersuchungen über die relative Accommodationsbreite vorgenommen, indem er für verschiedene Grade von Convergenz bestimmte, mit welchen positiven und negativen Gläsern noch scharf gesehen werde.

Bei letztern Untersuchungen könnte man mit Vortheil, statt der sphärischen Gläser, zwei modificirte Stokes'sche Linsen verwenden. Vergl. § 42.

Zu dieser Art von Optometer kann man auch das Optometer von Burow rechnen [2]. Dieses besteht aus einem ausziehbaren Rohre, dessen oculares Ende eine positive Linse von 4" Brennweite, das andere eine matte Glasplatte mit darauf photographirten Leseproben trägt. In dem von Rekoss in Königsberg ausgeführten Instrumente befinden sich vier Worte von verschiedener Grösse in gothischer Schrift, von radiären Linien umgeben. In dem Utrechter Exemplare dieses Instrumentes sind diese durch eine verkleinerte Photographie von Snellen's Probebuchstaben *CC* bis *XX* ersetzt.

Auf dem Rohre des Instrumentes kann man den jeweiligen Abstand des Objectes vom Oculare ablesen. Ausserdem sind darauf noch drei andere Scalen angebracht, von denen die eine die Reduction des Fernpunctes auf unendlich, die zweite die auf 10", die dritte die auf 15" angiebt.

In der Genauigkeit der Resultate übertrifft dies Instrument die andern Optometer nicht, indem schon die Vorstellung, dass man die Buchstaben erkennen müsse, welche sich in dem Rohre befinden, die vollkommene Entspannung der Accommodation hemmt. Die gleichzeitige Bestimmung der Sehschärfe ist aber

---

2) J. W. Verschoor, Optometers en Optometrie. Acad. Proefschrift. Utrecht 1865. p. 33.

3) v. Burow, Ein neues Optometer. Berlin 1863.

höchst unvollkommen, weil der Gesichtswinkel, unter welchem die Sehproben erscheinen, sich beim Ausziehen des Rohres verändert. Ausserdem ist hierbei alle Prüfung des binoculären Sehens ausgeschlossen.

In der Hauptsache vollkommen übereinstimmend mit dem Optometer von Burow, wurde von Perrin und Mascart[1]) ein Optometer construirt, das aus einem von einem Stativ getragenen, metallenen Rohre besteht. Am einen Ende desselben befindet sich ein mattes Glas mit parallelen, schwarzen Linien zur Bestimmung der Sehschärfe und des Astigmatismus, am andern Ende ein starkes Ocular. Das Rohr selbst lässt sich nicht ausziehen, dagegen ist zwischen Ocular und Objectiv eine starke negative Linse angebracht, die durch ein Zahnrad verschoben werden kann. Während also in dem Optometer von Burow das Object selbst seinen Platz wechselt, verändert sich hier der Abstand des virtuellen Bildes.

§ 38. **Optometer, beruhend auf dem Princípe des holländischen Fernrohres.** Unter den besprochenen Methoden zur Bestimmung der Refraction verdient diejenige den Vorzug, nach welcher man die Gläser aufsucht, mit welchen am deutlichsten in die Ferne gesehen wird. Das viele Wechseln der Gläser ist aber zeitraubend und kann zu Verwechselungen Veranlassung geben. Sind die Glässer unrein, so wird häufig das weniger passende Glas dem richtigen vorgezogen, wenn es weniger schmutzig ist, und geringe Unterschiede in der Brechkraft der Gläser, zumal wenn sie noch sehr von der erforderlichen Stärke differiren, werden häufig nicht einmal bemerkt.

Es wäre darum ein bedeutender Vortheil, Gläser von veränderlicher Stärke zu besitzen, wobei man rasch hinter einander grössere oder geringere Brechung darstellen und direct ablesen könnte.

Wie wir in § 42 sehen werden, wird dieser Zweck für Cylindergläser mit Hülfe der modificirten Stokes'schen Linse erreicht. Für sphärische Gläser kann man eine leicht veränderliche Brechkraft nur mittelst eines positiven und eines negativen Glases darstellen, deren gegenseitiger Abstand sich verändern lässt.

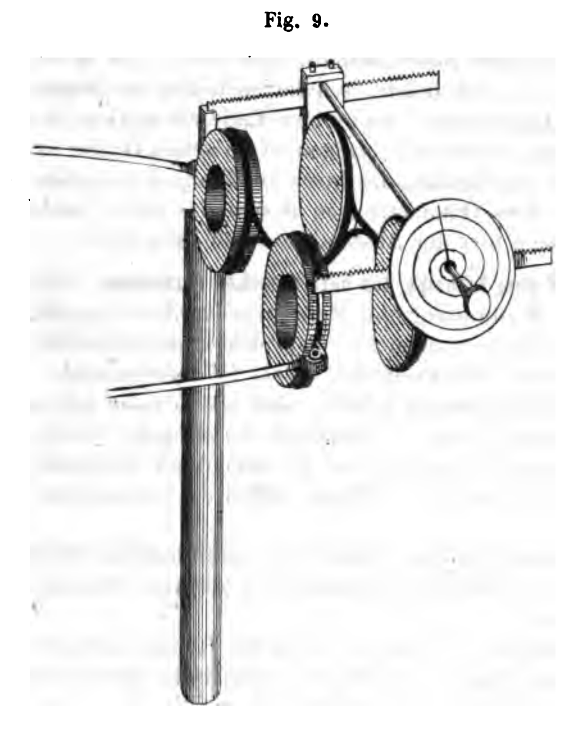
v. Gräfe versuchte zuerst dies Princip in seinem Optometer zu verwerthen. Er liess von Paetz und Flohr in Berlin ein Instrument danach anfertigen, welchem er den Namen »Refractometer« oder »Refractionscompensator« gab. Dieses besteht aus einem, auf einem Stativ befestigten, langen Fernrohre, mit einem Objectiv von 8″ Brennweite. Vor die Ocularöffnung können nach einander 3 Gläser von $-\frac{1}{8}$, $-\frac{1}{3\frac{1}{2}}$ und $-\frac{1}{2}$ geschoben werden. Für jedes der drei Oculare befindet sich auf dem Rohre eine besondere Scale, auf welcher man bei jeder Stellung der Linsen zu einander ihre resultirende Wirkung ablesen kann.

Das so construirte Refractometer ist jedoch nur ein unvollkommenes Instrument. Es hat allerdings insofern einen Vorzug vor dem Optometer von Burow, dass bei ihm die Accommodation leichter vollkommen entspannt wird, weil man damit auf grössere Entfernungen sieht. Allein die grosse Länge des Rohres bringt eine Verkleinerung des Gesichtsfeldes mit sich, und ausserdem wird durch die Anwendung von dreierlei Ocularen die Vergrösserung des Gesichts-

1) Maurice Pérrin et Mascart, Memoire sur un nouvel Optomètre. Annales d'Oculistique. Tome LXI. p. 5. 1869.

winkels eine sehr veränderliche. Ausserdem ist, wie wir gesehen haben, ein Haupterforderniss solcher Instrumente, dass man die Prüfung mit beiden Augen gleichzeitig vornehmen könne.

Fig. 9.



Das Galiläische Fernrohr als solches hat gerade den Zweck, neben der Correction der Refraction noch eine Vergrösserung des Gesichtswinkels zu erreichen. Man wählt daher einen möglichst grossen Abstand zwischen beiden Gläsern. Wollen wir dies Princip aber als Refractometer verwenden, dann suchen wir umgekehrt die Vergrösserung möglichst auszuschliessen, und an Stelle des langen Fernrohres von v. Gräfe nehmen wir eine Combination starker Gläser, die eine möglichst grosse Annäherung an einander gestatten.

Zu diesem Zwecke haben wir eine Doppelbrille entworfen (Fig. 9), welche gebildet wird aus zwei Paaren combinirter Gläser. Diese bestehen aus je einer negativen Linse von 1″ Brennweite und einer positiven von 2″ Brennweite. Ihr gegenseitiger Abstand kann mit Hülfe eines in einer Zahnstange laufenden Zahnrades verändert werden. Ist dieser Abstand $= 0$, dann ist die Gesammtwirkung $= -\frac{1}{2}$; vergrössert man dagegen den Abstand auf 1″, dann wird die Wirkung $= \frac{1}{\infty}$; schiebt man die Gläser noch weiter aus einander, so wird ihre Gesammtwirkung immer mehr positiv.

Für positive Wirkung verwendet man jedoch besser eine Combination von $-\frac{1}{2}$ mit $+\frac{1}{2}$. Durch Veränderung der gegenseitigen Distanz von 0 bis 2″ erhält man damit eine zunehmende Brechung von $\frac{1}{\infty}$ bis $+\frac{1}{2}$.

Gleichzeitig mit der Verschiebung der Linse wird durch die Drehung der Axe ein Zeiger in Bewegung gesetzt, welcher auf einem verticalen Zifferblatte die Wirkung für die verschiedenen Abstände von $\frac{1}{120}$ zu $\frac{1}{120}$ angiebt. Um der Scale grösseren Raum zu verschaffen, ist sie auf dem runden Blatte spiralförmig angebracht, während durch einen einfachen Mechanismus auch die Spitze des Zeigers eine spirale Bahn durchläuft.

Eine solche Doppelbrille hat nach unseren Angaben zuerst der Instrumentenmacher Verlaan in Utrecht verfertigt. Dies Instrument hat die Vortheile

eines weiten Gesichtsfeldes, des binocularen Sehens und geringer Vergrösserung des Sehwinkels, sodass mit Hülfe einer beigegebenen Reductionstabelle auch die Sehprüfung gleichzeitig kann vorgenommen werden.

§ 39. **Diagnose des Astigmatismus.** Kann man mit Hülfe sphärischer Gläser die Sehschärfe eines Auges nicht bis zur Norm bringen, dann muss man an Vorhandensein von regelmässigem, d. h. durch Cylindergläser corrigirbarem Astigmatismus (*As*) denken. Wir bezeichnen damit die maximale Differenz der Refraction zweier auf einander senkrecht stehender Meridiane des Auges.

Die durch Astigmatismus bedingte Verminderung der Sehschärfe ist dadurch characterisirt, dass gerade Linien in gewissen Richtungen besser gesehen werden, als in andern. Dabei entsteht gewöhnlich eine für Astigmatismus ganz characteristische Verwechselung ähnlicher Buchstaben unter einander. Wenn man schon hieraus auf die Annahme von Astigmatismus geleitet wird, so gelangt man doch erst zu einer sichern Diagnose, wenn man bei möglichster Correction durch sphärische Gläser das Auge nach einer entfernten Tafel mit sternförmig gruppirten, geraden Linien sehen lässt. Die Linien, die am schärfsten, und diejenigen, welche am undeutlichsten gesehen werden, geben die Richtung der zwei Hauptmeridiane an. Ist die Sehschärfe genügend, so wird die erstere ohne Mühe gefunden; dagegen weiss der Patient meist weniger leicht anzugeben, welche Linien ihm am undeutlichsten erscheinen und zwar deswegen, weil auch die benachbarten Meridiane ein so diffuses Bild liefern, dass eine genaue Unterscheidung unter ihnen fast unmöglich wird.

Der Unterschied der Refraction in den beiden Hauptmeridianen ergiebt den Grad des Astigmatismus.

Für die Bestimmung der Refraction in den beiden Hauptmeridianen gilt dasselbe, was wir bei der Bestimmung von Hypermetropie und Myopie über den Accommodationsspasmus gesagt haben.

Man kann *R* für die beiden Hauptmeridiane getrennt bestimmen, indem man eine feine Spalte erst in der Richtung des einen, dann in der des andern vor das Auge hält, und dadurch in gewohnter Weise die Sehprüfung vornimmt, oder mit Hülfe von Gruppen paralleler Linien (Becker), welche in allen möglichen Richtungen verlaufen. Es kann aber bei beiden Methoden vorkommen, dass man in einem der Hauptmeridiane mehr als in dem andern die Myopie zu hoch, die Hypermetropie zu schwach findet. Daraus erklärt es sich auch, warum verschiedene Beobachter, wenn sie die Accommodation durch Mydriatica lähmten, einen höhern Grad von Astigmatismus erhalten haben, als ohne Atropin. Nur unsere Untersuchungen haben dieses Resultat nicht ergeben, weil wir den Astigmatismus mit vorgesetzten Cylindergläsern in beiden Hauptmeridianen gleichzeitig corrigiren, sodass bei der Prüfung des einen Meridians nicht mehr kann accommodirt werden als bei der Prüfung des andern, wie dies bei der Untersuchung mit der stenopäischen Spalte oder mit parallelen Linien wohl vorkommt.

Bei der Bestimmung des Astigmatismus muss man darauf achten, dass der Untersuchte die Augenlider nicht zukneift. Durch den Druck derselben kann sich nämlich die Krümmung der Hornhaut im verticalen Meridiane vermehren, andererseits bildet sich dadurch eine horizontale, stenopäische Spalte und hat

dabei möglicherweise auch der längs der Augenlider sich bildende Thränenrand noch einen besonderen Einfluss.

Hat man den Astigmatismus auf beiden Augen bestimmt, so corrigire man denselben mit Cylindergläsern und prüfe von Neuem die Refraction mit hinzugefügten sphärischen Gläsern. Die auf solche Weise erreichte, bessere Sehschärfe erlaubt nun auch eine genauere Refractionsbestimmung. Man findet so häufig die Myopie geringer, die Hypermetropie grösser, als bei der vorläufigen Untersuchung zur blossen Correction des Astigmatismus.

§ 40. **Bestimmung der Richtung der Hauptmeridiane des astigmatischen Auges.** Bei der Untersuchung des Astigmatismus handelt es sich in erster Linie um Feststellung der Richtung der beiden Hauptmeridiane. Seit Donders auf das häufige Vorkommen des Astigmatismus hingewiesen hat, hat man eine ganze Reihe von Methoden durchgeprüft, um denselben möglichst leicht und genau zu constatiren.

Um die Richtung der Hauptmeridiane zu finden, nahm man zuerst irgend ein Cylinderglas und drehte es vor dem untersuchten Auge, während man zu gleicher Zeit in die Ferne nach Sehproben sehen liess. So findet man die Stellung, bei welcher am besten, und die bei welcher am schlechtesten gesehen wird. Wenn aber das gewählte Cylinderglas allzusehr von dem erforderlichen verschieden ist, dann erhält man auf diese Weise keine genauen Resultate, weshalb sich diese Methode höchstens zu einer vorläufigen, oberflächlichen Untersuchung eignet.

Bringt man eine stenopäische Spalte successive in verschiedene Richtungen vor das Auge, dann kann man mit Hülfe derselben den Unterschied in der Refraction aller Meridiane bestimmen. Bei hypermetropischem Astigmatismus hat man auf die Anspannung der Accommodation ein besonderes Augenmerk zu richten, indem häufig, um möglichst scharf zu sehen, in verschiedenen Meridianen verschieden stark accommodirt wird. Es entspricht deshalb auch diese Methode ihrem Zwecke nicht vollkommen.

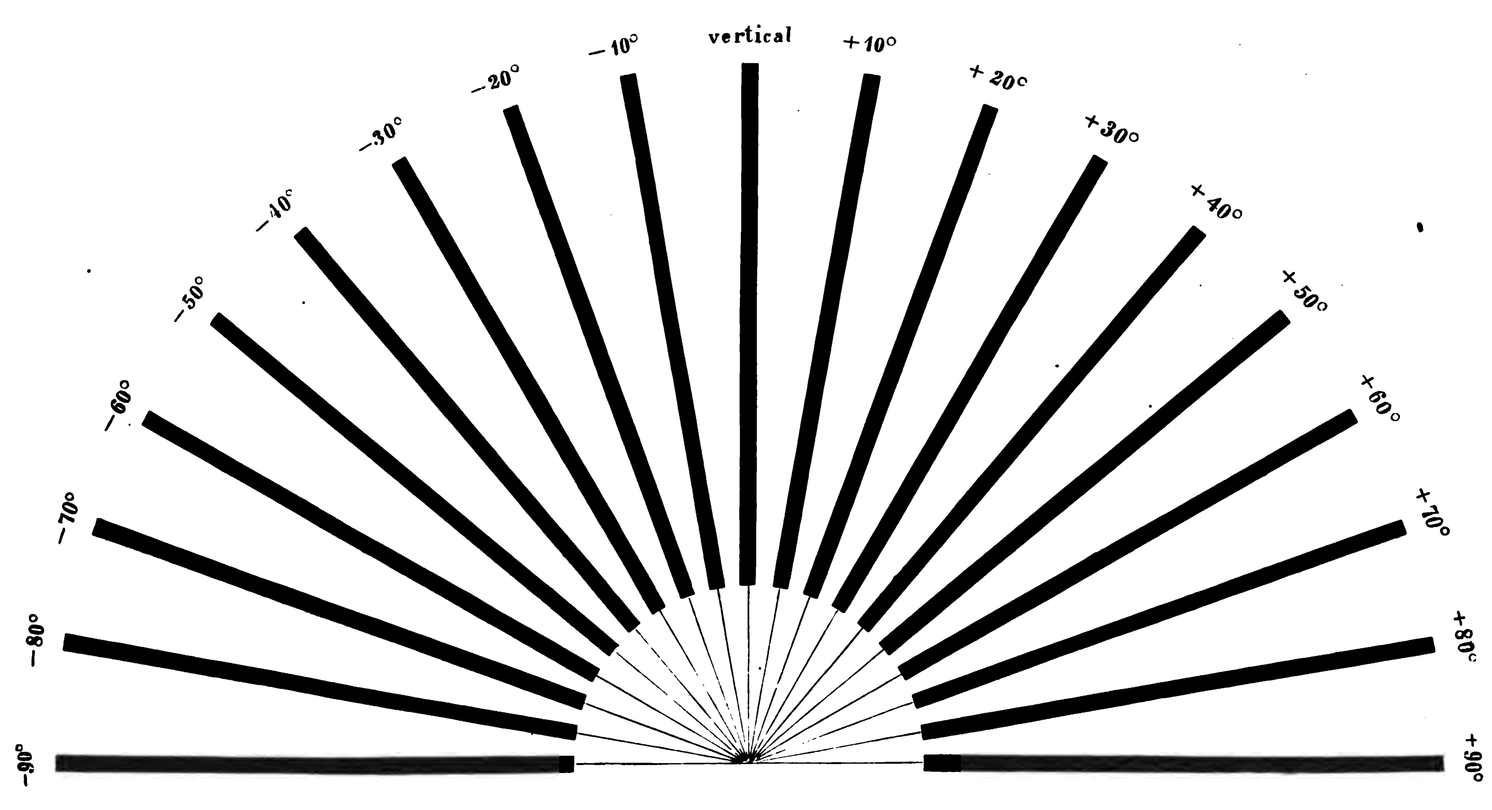
Green [1]) schlug vor, parallele Linien um einen Punkt zu drehen, sodass diese successive alle Richtungen durchlaufen. Bei myopischem Astigmatismus lässt sich auf diese Weise rasch bestimmen, in welchem Meridiane man am besten, und in welchem man am schlechtesten sieht. Beim hypermetropischen dagegen kommen hier wieder dieselben Störungen durch die Accommodation in Betracht, die wir eben angedeutet haben. Das Gleiche lässt sich gegen alle Methoden einwenden, nach welchen der Astigmatismus mit Hülfe von isolirten, aus parallelen Linien bestehenden Figuren geprüft wird.

Den Vorzug verdient eine Figur, die gebildet wird aus Linien der verschiedenen Richtungen, wie z. B. die Sternfigur von Green.

Da schon in den Radien eines Halbkreises alle Richtungen vertreten sind, giebt Snellen in seinen Probebuchstaben nur die halbe Sternfigur. Die Verticale zum Ausgangspunkte wählend, rechnet man von ihr aus die Grade nach rechts positiv, nach links negativ. Dies ist wohl die einfachste Art, um die Richtung

1) l. c.

Zu pag. 82.



der Hauptmeridiane auszudrücken. Die halbe Sternfigur besteht aus Linien, welche dieselbe Dicke haben, wie die Buchstaben von Nr. *XX*, und also auf eine Entfernung von 10 bis 20 Fuss betrachtet werden müssen. In der Nähe des Centrums enthält die Sternfigur sehr dünne Linien, um die gleiche Tafel auch für die Nähe verwerthen zu können.

Dem astigmatischen Auge erscheint ein Lichtpunct in einer Richtung verlängert. Die Richtung der Verlängerung entspricht einem der Hauptmeridiane des Astigmatismus.

Strawbridge bringt rings um einen solchen Lichtpunct, von 10° zu 10°, radiäre Spalten an, von 9 Cm. Länge und 5 Mm. Breite. Auf diese Weise ist es dem Untersuchten leicht, anzugeben, in welcher Richtung er den Lichtpunkt verlängert sieht, um so mehr, da ihm auch der entsprechende Radius am deutlichsten erscheint.

Um diese Richtung genau ablesen zu können, hat Dr. W. Laidlaw Purves [1]) eine kreisförmige, um ihren Mittelpunkt drehbare Scheibe construirt, in deren einem Durchmesser sich zwei feine Oeffnungen befinden. Dreht man die Scheibe vor einem Lichte, dann werden die Oeffnungen zu Lichtquellen, und es lässt sich mit Leichtigkeit angeben, wann die von beiden entstehenden Zerstreuungslinien in gleicher Richtung zusammenfallen. Dies scheint vor der Hand die genaueste Methode zur Bestimmung des Hauptmeridians bei Astigmatismus zu sein.

Airy [2]), welcher zuerst den abnormalen Astigmatismus analysirte, und ihn für sein eigenes linkes Auge genau untersuchte, bestimmte den natürlichen Fernpunkt in den beiden Hauptmeridianen mit Hülfe eines Lichtpunctes. Da er einen hochgradigen, myopischen Astigmatismus besass, fand er den grössten Abstand, auf welchen er den Punkt als Linie sah = 6″, den kleinsten = 3,5″ für den auf die erstere Richtung senkrechten Meridian. Falls diese Bestimmung mit vollkommener Entspannung der Accommodation vorgenommen wurde, so bestand hier also $Asm\left(\frac{1}{3,5} - \frac{1}{6}\right) = \text{ca. } \frac{1}{8}$, verbunden mit $M\,\frac{1}{6}$.

Für **nicht** myopische Augen muss man bei dieser Untersuchungsmethode eine positive, sphärische Linse anwenden, deren Axe mit der Sehaxe zusammenfällt.

Besteht keine oder nur geringe Myopie, dann verdient die von Donders [3]) vorgeschlagene Modification dieser Methode den Vorzug. Er verwendet hierzu einen entfernten Lichtpunct. In den meisten Fällen wird dann mit genügender Genauigkeit angegeben, mit welchen sphärischen Gläsern derselbe, in zwei auf einander senkrechten Richtungen, als schmaler Streif erscheine.

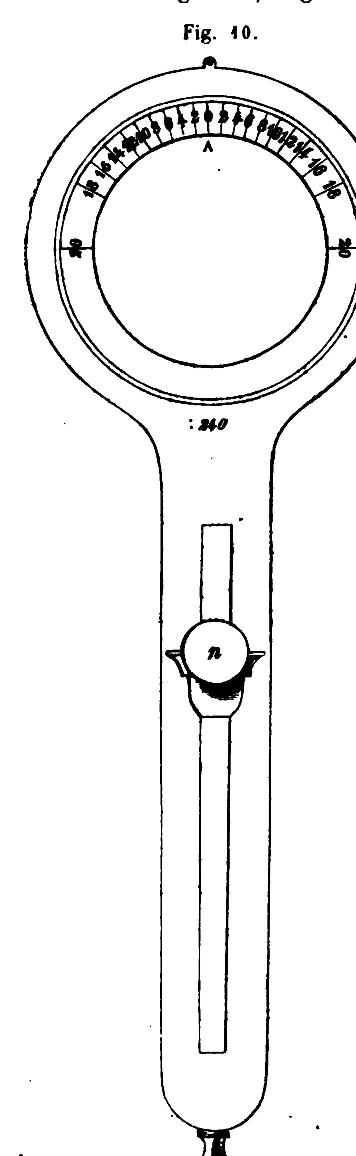
Einige Schwierigkeit finden diese Methoden bei gleichzeitigem Vorhandensein von unregelmässigem Astigmatismus, wie dies häufig vorkommt, weil sich in diesem Falle verschieden gerichtete Nebenlinien bilden, welche eine genaue Bestimmung mit Correctionsgläsern erschweren.

---

1) Arch. f. Ophth. XIX. 1. p. 89. 1873.
2) Transactions of the Cambridge phil. Society. 1827. Vol. II. p. 267.
3) Donders, Astigmatisme en cylindrische glazen. 1862. p. 51.

§ 41. **Optometrische Prüfung des Astigmatismus.** Ist einmal die Richtung der Hauptmeridiane festgestellt, so geht man über zur genaueren Prüfung der Refraction in den beiden Meridianen und folgt dabei denselben Regeln, welche wir oben für die Bestimmung der Refraction angegeben haben. Man thut dies entweder für jeden Meridian besonders, oder man corrigirt den Astigmatismus durch Cylindergläser, deren Axe dem Meridian der stärksten oder der schwächsten Brechung parallel steht. Letztere Methode verdient den Vorzug, indem man dabei Buchstaben oder leicht zu beschreibende Figuren verwenden kann, und man somit die oben gestellte Anforderung erfüllt, dass nämlich die Bestimmung der Refraction mit Hülfe der Prüfung der Sehschärfe soll controlirt werden.

Fig. 10.



Zu solchen Untersuchungen muss sich eine in ihrer Stärke zunehmende Cylinderlinse besonders eignen, indem man mit derselben, rasch hintereinander, stärkere und schwächere Brechung darstellen kann, ohne immer die Gläser wechseln zu müssen. Eine solche zunehmende Cylinderlinse ist die Linse von Stokes, welche aus einem positiven und einem negativen Cylinder von gleicher Brennweite besteht. Diese werden um die Linsenaxe so übereinander gedreht, dass die Cylinderaxen successive alle Stellungen, von der parallelen zu der senkrechten, durchlaufen. Dies Princip hat jedoch lange Zeit keinen Eingang in die Praxis gefunden, und zwar darum, weil man bei der Drehung der Gläser die Axe des resultirenden Cylinders jedesmal erst aufsuchen musste. Dieser Uebelstand wird jedoch gehoben durch die modificirte Stokes'sche Linse, welche nach den Angaben von Snellen[1] durch den Optiker Crétès in Paris ausgeführt wird (Fig. 10). Die beiden Cylindergläser $\left(c + \frac{1}{12} \text{ und } c - \frac{1}{12}\right)$ werden gleichzeitig und gleichmässig in entgegengesetzter Richtung gedreht. Auf diese Weise erhält man eine veränderliche Cylinderlinse mit constant gleich gerichteter Axe. Dies Instrument lässt sich auch zur Bestimmung der Refraction in je einem Meridiane verwenden, und zwar am besten mit Hülfe

1) Arch. f. Ophth. XIX. 1. p. 78. 1873.

paralleler Linien, wovon die neue deutsche Ausgabe der Snellen'schen Probebuchstaben eine Tafel (*XX* bis *CC*) enthält.

Bei ihrer Anwendung wird die modificirte Stokes'sche Linse so gehalten, dass die Axe des resultirenden Cylinders parallel bleibt der Richtung der beobachteten Linien.

Trotz ihrer Vortheile bleibt auch diese Verbesserung der Stokes'schen Linse unvollkommen, indem man bei ihrer Composition aus einem positiven und einem negativen Cylinder immer einen negativen und einen positiven Cylinder mit gekreuzten Axen erhält, weshalb damit der Astigmatismus nicht ohne Einfluss auf die übrige, sphärische Refraction kann corrigirt werden.

Man verlangt eigentlich ein Instrument, welches eine reine Cylinderwirkung von veränderlicher Stärke liefert. Dies lässt sich dadurch erreichen, dass man mit dem obigen Mechanismus eine andere Methode zur Veränderung der Stärke von Gläsern verbindet, nämlich die Combination einer negativen und einer positiven sphärischen Linse mit veränderlichem Abstande.

Construiren wir eine Stokes'sche Linse mit constanter Axe aus zwei Cylindergläsern von — $1/_{12}$, dann erhalten wir bei Parallelstellung der Axen *c* — $1/_6$, bei senkrecht zu einander gerichteten Axen *S* — $1/_{12}$. In den dazwischenliegenden Stellungen durchläuft der resultirende Cylinder die Wirkung von *C* — $1/_6$ bis 0, combinirt mit einer sphärischen Wirkung von 0 bis — $1/_{12}$. Diese sphärische Wirkung von 0 bis — $1/_{12}$ hat man zu eliminiren. Man erreicht dies, indem man mit dem Apparate eine Combination von *S* — $1/_4$ mit *S* + $1/_4$, deren gegenseitiger Abstand sich von 0 zu 1 Zoll verändern lässt, verbindet. — Crétès hat auch dies Instrument nach Snellen's Angaben construirt. — Eines der beiden Gläser von *C* — $1/_{12}$ ist darin vertreten durch die Combination von *C* — $1/_{12}$ $\supset$ *S* — $1/_4$. Vor diesem schiebt sich gleichzeitig mit der Drehung der Cylindergläser eine sphärische Linse von + $1/_4$ aus und ein. Die Grösse ihrer Excursionen wird vermittelt durch eine dafür eigens construirte Curve, über welche der sie bewegende Schieber läuft.

Durch diese Modification der Stokes'schen Linse erhält man alle Cylinderwirkungen von 0 bis *c* — $1/_6$. Auf gleiche Weise kann man natürlich auch die positiven Cylinder darstellen.

Eine besondere Erwähnung unter den Bestimmungsmethoden des Astigmatismus verdient das Optometer von Javal [1]. Es besteht aus einem viereckigen, ausziehbaren Kasten, in dessen vorderer Wand sich zwei positive Gläser für die beiden Augen befinden. Durch das eine derselben (z. B. $1/_3$) sieht das zu untersuchende Auge nach einer Strahlenfigur. Besteht Astigmatismus, dann bleibt bei der Entfernung des Objectes, d. h. beim Ausziehen des Instrumentes eine der Linien länger deutlich als die andere. Diese steht senkrecht auf dem Meridiane der schwächsten Brechung. Hat man nun das Instrument so weit ausgezogen, bis diese Linie scharf gesehen wird, so bringt man vor das Auge successive verschiedene negative Cylindergläser, deren Axe senkrecht zu der deutlichsten Linie steht. Auf diese Weise wird man ein Glas finden, durch welches sich alle Linien gleich scharf darstellen. Um das erforderliche Cylinderglas schnell zu finden, hat Javal vor die Convexlinse zwei Rekoss'sche Scheiben angebracht, welche sich um die gleiche Axe übereinander bewegen, und von denen jede 4 negative Cylindergläser enthält. Jedes der 8 Gläser lässt sich

---

1) Annales d'Oculistique. T. 53. p. 58. 1865.

einerseits allein verwenden, andererseits auch successive mit jedem der 4 Gläser der andern Scheibe combiniren, sodass man auf diese Weise 32 verschiedene Grade von Cylindergläsern darstellen kann. In Folge einer besonderen Einrichtung kommt ausserdem bei jeder Combination der Gläser durch eine in der obern Scheibe befindliche Oeffnung eine Ziffer zum Vorschein, welche die Wirkung der combinirten Gläser angiebt. Die Einstellung der Axen der Cylindergläser geschieht durch Drehung der Gesammtfassung, welche die Gläser enthält. Die Stärke des Cylinderglases, durch welches alle radiären Linien gleichzeitig deutlich scheinen, drückt den Grad des Astigmatismus aus.

Damit die Linie, welche am schärfsten gesehen wird, sich leicht angeben lasse, hat Javal an der Sternfigur die Zahlen XII, I, II etc. so angebracht, wie sie auf dem Zifferblatte einer Uhr stehen. So wird also jede Richtung von 30° zu 30° dargestellt.

Eine fernere Einrichtung dieses Instrumentes, welche seinen Werth über den jedes anderen Optometers stellt, ist die, dass neben der beschriebenen Linse eine zweite angebracht ist, durch welche das andere Auge sieht, und durch welche ein Kreis sichtbar wird, der gleich ist demjenigen, welcher die beschriebene Strahlenfigur umgiebt. Der Abstand zwischen den Centren der beiden Kreise entspricht dem Abstande beider Knotenpuncte von einander. Kann der Untersuchte binocular sehen und beide Kreise zu einem Bilde vereinigen, dann wird er dadurch genöthigt, den Kopf gerade zu halten und die Augenaxen parallel zu stellen, wodurch der Spielraum der Accommodation bedeutend vermindert wird.

Dieses Optometer von Javal wird durch M. Nachet in Paris verfertigt und verdient alle Empfehlung.

Dem Optometer von Burow ist, wie oben bemerkt, als Object auch eine Strahlenfigur beigegeben, sodass man auch hiermit schon den Astigmatismus bestimmen kann. Perrin und Mascart verwenden hierzu in ihrem oben beschriebenen Instrumente parallele Linien, welche in jeden Meridian gestellt werden können. Um sich ausserdem der richtigen Haltung des Kopfes zu versichern, haben sie neben dem Ocular eine enge Spalte angebracht, die den Linien parallel gestellt werden kann, und durch welche das andere Auge sehen soll, sodass, nach der Methode *à double vue*, die mit dem ersten Auge betrachteten Linien in das durch die Spalte begrenzte Gesichtsfeld projicirt werden.

An dem Ocular des Optometers von v. Gräfe befindet sich zur Bestimmung des Astigmatismus eine stenopäische Spalte, welcher man durch Drehung um ihre Axe jede beliebige Richtung geben kann, die sich dann an einer Gradeintheilung ablesen lässt. Man bestimmt damit nach einander in den beiden Hauptmeridianen den Brechungszustand des Auges.

Zur Bestimmung der Hauptmeridiane hat O. Becker Tafeln mit Figuren, bestehend aus je einigen parallelen, schwarzen Linien auf weissem Grunde angegeben, welche verschieden gerichtet sind, und deren Neigung zur Horizontalen und zur Verticalen durch beigefügte Zahlen ausgedrückt wird. Becker bestimmt den Astigmatismus, indem er nach einander die Refraction in den beiden [illegible]n aufsucht. Es versteht sich von selbst, dass diese [illegible] ntspannung der Accommodation genaue Resultate ergiebt.

Die Becker'schen Tafeln enthalten auch eine Figur, gebildet aus vielen concentrischen Kreisen, welche in dem Meridian, für welchen das Auge nicht accommodirt ist, verwischt, undeutlich erscheinen, sodass bei Astigmatismus diese Theile der Kreise zusammen eine einer Sanduhr ähnliche Figur bilden.

Green [1]) giebt eine Reihe radiärer Figuren von verschiedener Form und Grösse, in neuerer Zeit auch von verschiedener Farbe, und dazu einen besonderen Apparat mit einer um ihren Mittelpunkt drehbaren Scheibe, auf welcher man die Figuren befestigen kann, um ihren Radien alle möglichen Stellungen zu geben. Wie Javal, bezeichnet er die zwölf Richtungen mit den Zahlen der Uhr.

Orestes M. Pray componirte grosse Initialbuchstaben aus parallelen, doch für jeden Buchstaben wieder anders gerichteten Linien (Fig. 11). Aus der Benennung der Buchstaben kann man dann auf die Richtungen schliessen, in welchen am besten und in welchen am schlechtesten gesehen wird, was bei leichteren Graden von Astigmatismus auch wirklich gelingt. Da aber die einzelnen Linien, welche die Buchstaben darstellen, nothwendiger Weise sehr kurz werden, und die Grenzen der Längenausdehnung bei starkem Astigmatismus sehr diffus werden, so lassen sich die Buchstaben in diesem Falle schwer erkennen.

Fig. 11.



F. Heymann in Dresden hat nach Pray ganz dieselbe Art von Buchstaben auch in gothischem Druck herausgegeben [2]).

§ 42. **Unregelmässiger Astigmatismus.** Donders machte darauf aufmerksam, dass der unregelmässige Astigmatismus gewöhnlich für einen Theil auf regelmässigen Astigmatismus zurückzuführen sei. Häufig soll auch bei unregelmässiger Krümmung die Brechung in einem Meridiane stärker sein, als in dem darauf senkrechten. Dann lässt sich ein Theil des Astigmatismus durch ein Cylinderglas corrigiren. In solchen Fällen werden häufig für verschiedene Richtungen ganz verschiedene Cylindergläser gewählt, sodass die Angaben des Patienten sich geradezu zu widersprechen scheinen. Der Augenspiegel wird hier sofort über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von unregelmässigem Astigmatismus Aufschluss geben. Vergl. § 60.

Die Ursachen des unregelmässigen Astigmatismus können sein: Theilweise Trübung und unregelmässige Krümmung der Cornea und conische Form derselben, wobei der Krümmungsradius in seiner Mitte kleiner ist, sodass die Lichtstrahlen um so früher zur Vereinigung kommen, je näher dem Cornealcentrum sie durchtreten. Auf diese Weise entsteht also eine Zunahme der sphärischen Aberration.

Neben diesem regelmässigen, meist angebornen Keratoconus, kommt nicht selten in Folge von Malacie oder von Verletzung der Hornhaut ein Staphylom vor, das ähnliche Erscheinungen hervorrufen kann. Ferner geben häufig zu Astigmatismus Veranlassung: seitliche Verschiebung und Schiefstellung der Linse,

---

1) John Green, On a new system of tests for the detection and measurement of Astigmatism, with an analysis of sixty-four cases of refractive anomalies observed by the aid of this method. Transactions of the american Ophth. Soc. New-York 1869. p. 131.

2) Verlag von Wilh. Engelmann. Leipzig 1870.

sodass ihre Axe nicht mehr mit der Hornhautaxe zusammenfällt; ebenso Trübungen der Linse und ungleichmässige Brechung in ihren verschiedenen Sectoren.

Aus der Form, welche ein Lichtpunkt in seinem Diffusionsbilde annimmt, kann man einigermassen auf die Ursache des unregelmässigen Astigmatismus schliessen. Steinheil construirte ein Instrument, um diese Formveränderungen bei verschiedenen Ursachen anschaulich zu machen. Es besteht aus einer Art Fernrohr mit 5 Objectiven, an welchen die Fehler, die im Auge vorkommen, angebracht sind. Das Fernrohr hat 12‴ Oeffnung, 9″ Brennweite und ein achromatisches Micrometerocular von 1/4″ Aequivalentbrennweite; also 36-malige Vergrösserung. Am leichtesten sind die optischen Fehler des Auges zu sehen an einem künstlichen Stern (Sonnen- oder Lichtreflex auf einer polirten Kugel von circa 6‴ Durchmesser), in einem Abstande von 8 bis 12 Fuss.

Von den Objectiven ist eines ohne besonderen Fehler. Nr. 1 und Nr. 2 geben die Fehler, welche durch mangelhafte Centrirung der Linse entstehen können, und zwar Nr. 1 wenn die Axe der Linse gegen die der übrigen brechenden Flächen parallel verschoben ist. Hierbei entsteht hauptsächlich ein Farbenfehler: der Stern erscheint in der Richtung der Verschiebung einerseits roth, andererseits blau begrenzt. Die Deutlichkeit leidet nur wenig; auch beim Aus- und Einschieben des Oculars hat die Lichtscheibe nur geringe Unregelmässigkeiten. In Nr. 2 bildet die Axe der Linse einen Winkel mit der Axe der übrigen brechenden Flächen. Hierdurch leidet die Vertheilung der Helligkeit im Lichtconus und die Deutlichkeit sehr, das Bild erscheint nach einer Seite hin verwischt. Das Objectiv Nr. 3 stellt den regelmässigen Astigmatismus dar und beim Aus- und Einschieben des Instrumentes (etwa 1‴ bis 1 1/2‴ nach jeder Seite) geht der Stern in eine Linie über, die einmal die eine, einmal die darauf senkrechte Richtung hat. Objectiv Nr. 4 stellt den unregelmässigen Astigmatismus dar. Das Bild wird gar nicht deutlich und die Formen, in welche der Lichtpunkt auseinander geht, sind ganz unregelmässig, und beim Aus- und Einschieben ungleich.

Donders hob hervor, dass das Diffussionsbild eines Lichtpunktes bei ungenauer Adaptation des Auges aus einer Anzahl von Bildern bestehe, die durch die Differenz der Brechung in den verschiedenen Sectoren der Linse zu Stande kommt und durch eine vor die Pupille wandernde stenopäische Oeffnung nach einander zum Vorschein treten. (*Polyopia monocularis.*)

Auf die Entstehungsweise dieser Diffusionsbilder werden wir in dem Capitel über Entoptoscopie zurückkommen.

Literatur.

F. C. Donders, Een woord over de aanwendingswijze der proef van Sanson. Ned. Lancet. pag. 211. 1848—1849.

—, Reflectieproef van Purkinje en Sanson en accommodatie van het oog, naar Max Langenbeck. Ned. Lancet. pag. 132. 1849—1850.

—, Ophthalmologische aanteekeningen. Accommodatievermogen. Ned. Lancet. pag. 600. 1850—1851.

—, Mikropia. Ned. Lancet. pag. 607. 1850—1851.

—, Over de vereischte Sulphas atropini tot dilatatie der pupil. Ned. Lancet. pag. 502. 1853—1854.

—, Ned. Tijdschr. v. Geneesk. II. pag. 465. 1858.

—, Winke, betreffend den Gebrauch und die Wahl der Brillen. Berlin 1858. Arch. f. Ophth. IV. 1. pag. 301. 1858.

—, Ametropie en hare gevolgen. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 1. pag. 63. 1860.

—, Beiträge zur Kenntniss der Refractions- und Accommodationsanomalien. Arch. f. Ophth. VI. 1. pag. 62 und VI. 2. pag. 210. 1860. und VII. 1. pag. 155. 1861.

—, Het lichtbrekend stelsel van het menschelijk oog in gezonden en ziekelijken toestand. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 2. pag. 25. 1861.

—, Astigmatisme en cylindrische glazen. Utrecht 1862. — Hoogduitsch, door Dr. Schweigger. Berlin. — Fransch, door Dr. Dor. Paris.

—, De formule der accommodatiebreedte, getoetst aan de inwendige veranderingen van het oog. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 4. pag. 105. 1863.

—, Kort begrip der refractie-anomolien en hare gevolgen. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 4. pag. 53. 1863.

—, Bepaling van den brandpuntsafstand van lenzen. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 4. pag. 99. 1863.

—, Refractie-anomalien, oorzaken van Strabismus. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 4. pag. 1. 1863.

—, Het zien bij verschil in refractie der beide oogen en de hulpmiddelen daarbij aan te wenden. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 5. pag. 167. 1864. en Ned. Arch. v. Gen. en Natuurk. II. pag. 112. 1866.

—, Der Sitz des Astigmatismus (nach Middelburg) und die Excursionen der Bewegungen des emmetropischen und ametropischen Auges (nach Schuurman). Arch. f. Ophth. X. 2. pag. 83. 1864.

—, Die Refractionsanomalien des Auges und ihre Folgen. Arch. f. d. Holl. Beiträge zur Natur- und Heilk. III. pag. 327. 1864.

—, De werking der mydriatica en der myotica. Ned. Arch. v. Gen. en Natuurk. I. pag. 83. 1865. en Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 5. pag. 187. 1864.

—, Myopie en hare behandeling. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 7. pag. 1. 1866.

—, Invloed der accommodatie op de voorstelling van afstand. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 10. pag. 111. 1869.

—, Ueber scheinbare Accommodation bei Aphakie. Arch. f. Ophth. XIX. 1. pag. 56—77. 1873.

de Ruiter, De actione Atropae Belladonnae in iridem. Diss. inaug. Ned. Lancet. III. 1854.

Alfred Smee, The Eye in health and disease. London 1854.

Helmholtz, Ueber die Accommodation des Auges. Arch. f. Ophth. I. 2. pag. 1. 1854.

C. G. von Reeken, Ontleedkundig onderzoek van den toestel voor accommodatie van het oog. Utrecht 1855. en Ned. Lancet. pag. 1. 1855—1856.

A. von Gräfe, Beobachtungen über Accommodation bei Linsendefect, Muskelkrankheiten und Anomalien der Iris. Arch. f. Ophth. II. 1. pag. 187. 1855.
——, Ueber Myopie in Distanz, nebst Betrachtungen über das Sehen jenseits der Grenzen unserer Accommodation. Arch. f. Ophth. II. 1. pag. 158. 1855.
Th. H. Mac Gillavry, Onderzoekingen over de hoegrootheid der accommodatie. Utrecht 1858.
A. H. Kuijper, Onderzoekingen betrekkelijk de kunstmatige verwijding van den oogappel. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 1. pag. 1. 1859.
Henry Dor, Differences individuelles de la refraction de l'oeil. Paris 1860.
Ludwig Happe, Die Bestimmungen des Sehbereichs und dessen Correction nebst Erläuterungen über den Mechanismus der Accommodation. Braunschweig 1860.
H. de Brieder, De stoornissen der accommodatie van het oog. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 2. pag. 69. 1861.
J. H. Knapp, Pathologische Asymmetrie. Arch. f. Ophth. VIII. 2. pag. 220. 1862.
de Haas, Geschiedkundig onderzoek omtrent de hypermetropie en hare gevolgen. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 3. pag. 137. 1862.
H. A. Middelburg, De zitplaats van het astigmatisme. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 4. pag. 146. 1863.
J. F. K. Hamer, Over de anti-mydriatische werking van Calabar-Bean. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 4. pag. 135. 1863.
B. A. Pope, Eine neue Art der Asymmetrie des Auges. Arch. f. Ophth. IX. 1. pag. 43. 1863.
C. Schweigger, Bemerkungen über die Diagnose und Correction des Astigmatismus. Arch. f. Ophth. IX. 1. pag. 178. 1863.
A. von Gräfe, Ueber Calabar-Bohne. Arch. f. Ophth. IX. 3. pag. 87. 1863.
Witter, Ueber den Grund der accommodatorischen Formveränderung der Linse. Arch. f. Ophth. IX. 1. pag. 207. 1863.
A. Burow, Vorläufige Notiz über die Construction eines neuen Optometers. Arch. f. Ophth. IX. 2. pag. 228. 1863.
Argyll Robertson, The Calabar-Bean, as a new agent in ophthalmic medicine. Edinburgh 1863.
C. Kugel, Ueber die Wirkung schief vor's Auge gestellter sphärischer Brillengläser beim regelmässigen Astigmatismus. Arch. f. Ophth. X. 1. pag. 89. 1864.
Giraud-Teulon, Interprétation nouvelle de la formule classique, qui résume la theorie optique des lentilles. Ann. d'Ocul. LII. pag. 5. 1864.
A. Burow sen., Ueber die Reihenfolge der Brillen-Brennweiten. Berlin 1864.
Giraud-Teulon, Ueber eine vereinfachte Anschauungsweise der optischen Grundformel. Klin. Mon. II. pag. 316. 1864.
J. H. Knapp, Ueber die Diagnose des irregulären Astigmatismus. Klin. Mon. II. pag. 304. 1864.
H. Kaiser, Die Theorie des Astigmatismus. Arch. f. Ophth. XI. 3. pag. 186. 1865.
J. B. Verschoor, Optometers en optometrie. Diss. Inaug. Utrecht 1865.
E. Javal, Note sur le choix des verres cylindriques. Ann. d'Ocul. LIII. pag. 50. 1865. Ibidem: LV. pag. 5. 1866.
——, Nouvelle règle à calcul. Ann. d'Ocul. LIII. pag. 181. 1865.
——, Ueber ein neues Instrument zur Prüfung des Astigmatismus. Klin. Mon. f. Augenh. pag. 386. 1865.
Giraud-Teulon, Applications de la règle à calcul de E. Javal aux opérations a exécuter sur la refraction. Ann. d'Ocul. LIV. pag. 181. 1865.
Burow sen., Ueber E. Javal's Règle à calcul. Arch. f. Ophth. XII. 2. pag. 308. 1866.
E. Javal, Histoire et bibliographie de l'astigmatisme.. Ann. d'Ocul. LV. pag. 105. 1866.

C. Reymond, Trattato teorico pratico delle malattie della Refrazione oculare statica e dinamica. Torino 1866.

—, Annotazioni sulla Miopia. Torino 1866.

E. Javal. Ueber Astigmatismus. Arch. gén. Août. pag. 284. — Gaz. d. Hôpit. XL. Nr. 82. Juli. pag. 326. — Bull. de l'acad. XXXII. pag. 872. Août 1867.

A. Nagel, Historische Notiz über Hyperopie und Astigmatismus. Arch. f. Ophth. XIII. 1. pag. 25. 1866.

C. L. van der Burg, Het nut dat de nieuwere ontdekkingen en uitvindingen omtrent de aanwending van brillen hebben teweeg gebragt. Verh. k. Nat. Ver. in Ned. Indië. 1866.

W. Zehender, Die Accommodations- und Refractionsanomalien. Klin. Mon. IV. pag. 279. 1866.

—, Vorschlag zu einer vereinfachten und verbesserten Einrichtung unserer Brillenkasten. Klin. Mon. IV. pag. 1. 1866.

John Green, Toetslynen tot bepaling van astigmatisme. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 7. pag. 135. 1866. — Idem. Ned. Arch. v. Gen. en Natuurk. II. 1866.

—, Ueber die Auffindung und Messung des Astigmatismus. Amer. Journ. of med. Science. Jan. Auch als Separat-Ausgabe. 1867.

Colombi, Methode zur Bestimmung passender Brillengläser. Note présentée par Babinet. Compte rendu. LXIV. Nr. 6. 1867.

Burow, Ein vereinfachtes Verfahren bei Bestimmung der Brillen. Berl. klin. Wochenschr. VII. 10. März 1867.

—, Sur les séries des verres et sur l'emploi du système métrique pour le numérotage des lunettes. Ann. d'Ocul. LX. pag. 5. 1868.

E. Javal, De l'astigmatisme. Rapport fait à l'Acad. imp. de Paris. Juill. 1867.

E. G. Loring, Sur l'accommodation relative. Compte rendu, 4. et 5. Session annuelle. New-York. Juin 1867.

L. Mauthner, Die Bestimmung der Refractionsanomalien mit Hülfe des Augenspiegels. Wien 1867.

H. Kaiser, Die Wahl der Brillen. Arch. f. Ophth. XIII. 2. pag. 366. 1867.

—, Die nächsten Ursachen der Anisometropie in optischer Hinsicht. Arch. f. Ophth. XIII. 2. pag. 361. 1867.

J. Gavarret, Des images par réflection et par réfraction. Paris 1867.

E. Javal, Ueber einheitliche Massbestimmung der Brillen-Brennweiten. Klin. Mon. V. pag. 297. 1867.

C. Völckers und V. Hensen, Studien über die Accommodation. Centralbl. f. d. med. Wissensch. Nr. 46. 1866.

—, Experimentaluntersuchung über den Mechanismus der Accommodation. Kiel 1868.

E. A. Coccius, Der Mechanismus der Accommodation des menschlichen Auges nach Beobachtungen im Leben. Leipzig 1868.

H. Dor, Ueber einige der häufigsten Krankheiten und Formfehler des Auges. Bern 1868.

Hermann Cohn, Die Augen der Breslauer Schriftsetzer. Klin. Wochenschr. Nr. 50. 1868.

E. Brücke, Ueber asymmetrische Strahlenbrechung im menschlichen Auge. Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wissensch. LVIII. II. Juli-Heft. 1868.

Ed. Meyer, Leçons sur la réfraction et l'accommodation. Paris 1869.

M. Perrin et Mascart, Mémoire sur un nouvel optomètre, destiné a faire reconnâitre et a mesurer tous les vices de la réfraction de l'oeil. Ann. d'Ocul. LXI. pag. 5. 1869.

Laqueur, Sur les changements brusques de la réfraction de l'oeil. Ann. d'Ocul. LXI. pag. 205. 1869.

Schirmer, Contributions à l'histoire de l'astigmatisme et de l'hypermetropie. Ann. d'Ocul. LXII. pag. 202. 1869.

Giraud-Teulon, De l'influence des lentilles etc. Ann. d'Ocul. LXII. pag. 98. 1869.

R. Berlin, Zur Diagnose der latenten Hypermetropie. Klin. Mon. pag. 1. 1869.

M. Woinow, Zur Frage über die Accommodation. Arch. f. Ophth. XV. pag. 167. 1869.

John Green, On a colour Test for Astigmatism. Transact. of the Americ. Ophth. Soc. pag. 130. 1869.

——, On a new System of Tests for the Detection and Measurement of Astigmatism, with an Analysis of sixty-four Cases of refractive Anomalies observed by the Aid of this Method. Transact. of the Americ. Ophth. Soc. pag. 131. 1869.

Henry D. Noyes, Observations in Astigmatism. Transact. of the Americ. Ophth. Soc. IV. V. 1869.

Orestes M. Pray, Test-Type for Astigmatism. Arch. f. Ophth. and Otol. I. II. pag. 17. 1869. Deutsch von F. Heymann. Leipzig 1870.

B. M. Thomson, An additional method to determine the degree of Ametropia. Americ. Journ. of the med. sciences. Jan. 1870.

E. Adamuck, Bijdrage tot het mechanisme der accommodatie. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 11. pag. 165. 1870. Ned. Arch. v. Gen. en Natuurk. V. pag. 458. 1870.

Schneller, Beiträge zur Lehre von der Accommodation und Refraction. Arch. f. Ophth. XVI. 1. pag. 176. 1870.

R. E. Dudgeon, Contribution to the Dioptrics of Vision. Nature. 15 Dec. 1870.

E. Adamuck und M. Woinow, Zur Frage über die Accommodation der Presbyopen. Arch. f. Ophth. XVI. 1. pag. 144. 1870. und Klin. Mon. VIII. pag. 179. 1870.

J. Mannhardt, Bemerkungen über den Accommodationsmuskel und die Accommodation. Arch. f. Ophth. pag. 269. 1870.

H. Snellen, De richting der hoofdmeridianen van het astigmatische oog. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 10. pag. 151. 1869. en Arch. f. Ophth. XV. 2. pag. 199. 1869. en Ned. Arch. v. Gen. en Natuurk. V. pag. 18. 1870.

Fr. Bezold, Ueber Brillenbestimmung. Bayer. ärztl. Intell. Bl. pag. 18. 1870.

Schobbens, Table des réciproques. Ann. d'Ocul. LXIV. pag. 207. 1870.

M. K. Löwegren, Om refractions tillständen hos ögat och bestämmandet af glasögor. Lund 1871.

Strawbridge, An additional method for the determination of Astigmatisme. Transact. Americ. Ophth. Soc. pag. 100—105. 1871.

Hermann Cohn, Die Refraction der Augen von 240 atropinisirten Dorfschulkindern. Arch. f. Ophth. XVII. 2. pag. 305. 1871.

G. Borel, Des lunettes après l'opération de la cataracte. Rouen 1872.

E. Berlin, Zur Besprechung des Astigmatismus der Hornhaut. Klin. Mon. IX. pag. 217. 1871.

E. Javal, Das metrische System für optische Focallängen. Klin. Mon. X. pag. 294. 1872.

M. Woinow, Eine kurze Bemerkung zum Brillen-Gebrauch. Arch. f. Ophth. XVIII. 2. pag. 19. 1872.

J. Hock, Ueber scheinbare Myopie. Aus Mittheilungen des ärztlichen Vereins in Wien. Nr. 1—5. 1872.

H. Schiess-Gemuseus, Beitrag zur Therapie der Myopie. Basel 1872.

L. Mauthner, Ophthalmologische Mittheilungen aus den Berichten des naturw. med. Vereins. 1872.

Förster, Accommodationsvermögen bei Aphakie. Klin. Mon. X. pag. 39. 1872.

Giraud-Teulon, Necessité, préalable à toute observation optique, d'une détermination exacte des constances dioptriques dans notre propre oeil. Ann. d'Ocul. LXVIII. pag. 56. 1872.

Franciscus Mannhardt, Accommodationsvermögen bei Aphakie. Klin. Mon. XI. pag. 87. Kiel 1873.

Laidlaw Purves, A method of determining the anomalies of Refraction of the human Eye. London 1873. Idem: Eine Methode zur Bestimmung der Refractionsanomalien. Arch. f. Ophth. XIX. 1. pag. 89-100. 1873.
H. Snellen, Die Stokes'sche Linse mit constanter Axe. Arch. f. Ophth. XIX. 1. pag. 78—88. 1873.
Hensen und Völckers, Ueber die Accommodationsbewegung der Chorioidea im Auge des Menschen, des Affen und der Katze. Arch. f. Ophth. XIX. 1. pag. 156—162. 1873.
E. Warlomont, De la substitution du mètre au pied dans le numérotage des verres de lunettes. Ann. d'Ocul. LXIX. pag. 5 und 198. 1873.
Jan Coert, De schijnbare Accommodatie bij Aphakie. Diss. Inaug. Utrecht 1873 und Klin. Mon. XI. pag. 89. 1873.
W. Zehender, Zur Frage der Einführung des französischen Masses in die Dioptrik. Klin. Mon. XI. pag. 267. 1873.
Nagel, Zur Brillen-Numerirungsfrage. Klin. Mon. XI. pag. 93. 1873.
W. Zehender, Giraud-Teulon's Vorschlag, betreffend die Numerotage der Brillengläser. Klin. Mon. XI. pag. 223. 1873.
—, Ueber die Einführung des metrischen Systems in die Lehre von den Refractions-anomalien des menschlichen Auges. Klin. Mon. XI. pag. 1. 1873.
M. Burow, De l'emploi du système métrique pour désigner les longueurs focales des verres de lunettes. Ann. d'Ocul. LXX. pag. 52. 1873.
—, Das Meter-Mass zur Bezeichnung der Brillen-Brennweite. Klin. Mon. XI. pag. 145. 1873.
F. Monoyer, Sur l'introduction du système métrique dans le numérotage des verres de lunettes etc. Ann. d'Ocul. LXIX. pag. 97. 1873.
Giraud-Teulon, De la substitution du mètre au pied dans le numérotage des verres de lunettes. Ann. d'Ocul. LXIX. pag. 235. 1873.
Königsberg, Entgegnung auf Giraud-Teulon's letzte Arbeit über Brillen-Numerotage. Klin. Mon. XI. pag. 303. 1873.

VI. Ophthalmoscopie.

Der Augenspiegel.

§ 44. Helmholtz hat, gleich bei der Erfindung des Augenspiegels, die Tragweite seines Instrumentes vollkommen erkennend, in der ersten kleinen Schrift: »Beschreibung eines Augenspiegels, 1851« schon die Principien der Anwendung desselben klar und umfassend auseinandergesetzt. Seitdem ist auf diesem Gebiete so Vieles geschrieben und gearbeitet worden, dass von allen Untersuchungsmethoden des Auges die Ophthalmoscopie am ehesten als zum Abschlusse gelangt kann betrachtet werden.

Wir werden uns im Folgenden darauf beschränken das practisch Wichtige möglichst kurz und einfach darzustellen.

§ 45. **Beleuchtung.** Bekanntlich sieht man deswegen das Innnere eines Auges unter gewöhnlichen Umständen nicht erleuchtet, weil alles Licht auf demselben

Wege, wie es in das Auge gelangt ist, wieder zur Lichtquelle zurückkehrt. Könnten wir unser Auge in die Lichtquelle oder in den von ihr ausgehenden Strahlenbündel setzen, so würden die aus dem betrachteten Auge kommenden Strahlen auch in unser Auge gelangen. Wir würden dann das Auge leuchten und — bei richtigem Verhältniss der Refraction unseres und des beobachteten Auges — auch die Objecte der beleuchteten Stelle scharf sehen.

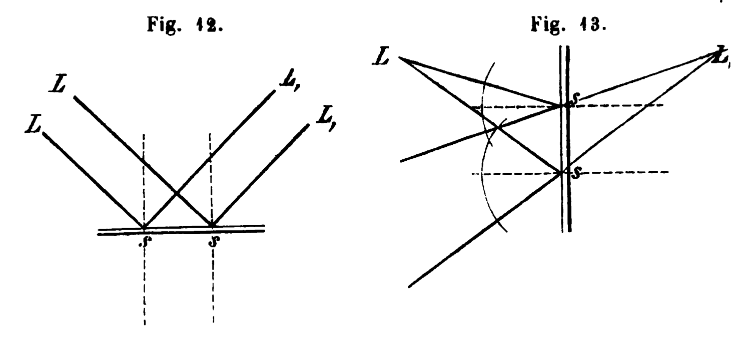
Diesen Zweck erreicht man, wenn man Spiegel benutzt, welche von einer seitlichen Lichtquelle Licht in das untersuchte Auge werfen, während das untersuchende, durch den Spiegel hindurch, in der Richtung der reflectirten Strahlen in das untersuchte Auge blickt. Es werden also auch die aus letzterem zurückkehrenden Strahlen in das untersuchende Auge gelangen.

Als Lichtquelle kann man Sonnenlicht, von Tageslicht beleuchtetes mattes Glas oder irgend eine Lampenflamme benutzen. Ersteres hat den Vortheil nicht gefärbt zu sein, dagegen den practischen Nachtheil, dass man nicht so leicht darüber verfügen kann. Wir werden deshalb im Folgenden gewöhnlich von Lampenlicht sprechen.

Betrachten wir erst die **Spiegelformen**, so haben wir: 1) Planspiegel, 2) Concavspiegel, 3) Convexspiegel, 4) heterocentrische Spiegel.

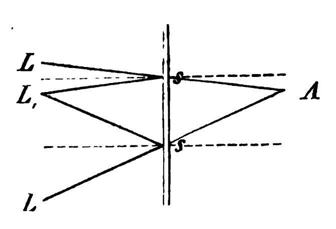
§ 46. **Planspiegel.** Bekanntlich ist bei allen Spiegeln der Einfallswinkel gleich dem Reflectionswinkel. Planspiegel[1]) reflectiren parallel auffallende Lichtstrahlen parallel (Fig. 12); divergent auffallende so divergent, als kämen sie von einem Puncte L' (Fig. 13), der gerade so weit hinter ss liegt, als

Fig. 12. Fig. 13.



die Lichtquelle L vor ss. Convergent auffallende Lichtstrahlen (LL Fig. 14) werden nach einem Puncte L' reflectirt, der gerade so weit vor dem Spiegel liegt, als der imaginäre Vereinigungspunct (A) der auffallenden Lichtstrahlen hinter dem Spiegel.

Fig. 14.



Das virtuelle Bild divergenter, und das reelle Bild convergenter Lichtstrahlen ist jeweilen gleich gross wie sein Object.

Der einfachste Augenspiegel wäre jedenfalls eine planparallele, farblose Glasplatte. Sie würde, unter gleichem Winkel zu Lichtquelle und untersuchtem Auge geneigt, dasselbe beleuchten; an-

1) Wir werden im Folgenden immer nennen: ss = Spiegelfläche, L = von der Lichtquelle kommende, L' = reflectirte Strahlen.

dererseits könnte man durch sie hindurch die beleuchtete Stelle sehen. Es geht dabei aber ausserordentlich viel Licht verloren, nämlich von der Lichtquelle aus geht ein Theil nicht reflectirt durch, und von dem aus dem beobachteten Auge zurückkehrenden wird ein Theil an der Platte reflectirt; ausserdem fällt viel fremdes Licht in das untersuchende Auge. Nimmt man dagegen mehrere solcher Glasplatten, fasst sie in ein schwarzes Gehäuse, welches von dem beobachtenden Auge alles andere Licht, als das durch die Platten zurückkehrende abhält, so hat man einen sehr brauchbaren Augenspiegel, und zwar den ersten Augenspiegel von Helmholtz.

Einfacher als die Combination mehrerer durchsichtiger Glasplatten, bei welchen unter allen Umständen viel Licht verloren geht, ist ein Spiegel, gebildet von einer belegten Glasplatte, die an einer Stelle durchbohrt, oder von deren Belag ein kleines Stück zum Durchsehen entfernt ist. Ebenso gut lassen sich auch polirte, durchbohrte Metallplatten verwenden. Durchbohrte Glasplatten sind insofern besser als die mit theilweise entferntem Belage, weil in ersterem Falle das zurückkehrende Licht direct in das untersuchende Auge gelangt; andererseits aber wird dieser Vortheil dadurch wieder aufgehoben, dass reflectirende Stellen des Randes für den Untersucher zu kleinen Lichtquellen werden, und durch die entoptischen Erscheinungen, zu denen sie Veranlassung geben, stören.

Metallspiegel haben den Vortheil, dass man sie beliebig dünn machen kann, so dass bei schiefer Haltung des Spiegels der Rand der Oeffnung nicht so störend wirkt, wie bei Glasspiegeln. Entoptische Erscheinungen können aber auch hier vorkommen. Man suche daher den Rand der Oeffnung möglichst wenig reflectirend zu machen.

Reflectiren solche Planspiegel das Licht einer Lampe L, welche um die Länge l vom Spiegel entfernt ist, dann wird die Höhe des gespiegelten Lichtkegels, vom Spiegel an gerechnet, gleich l; ist aber die Distanz von Spiegel und beleuchtetem Auge $= d$, so wird die gesammte Höhe des Lichtkegels $D = l + d$, d. h. der Spiegel wirkt gerade so, wie eine Lampe von der Grösse L in der Entfernung D. Dies D ist also direct proportional l und d: Je näher das Licht dem Spiegel kommt und je näher der Spiegel dem Auge rückt, desto kleiner wird die Höhe des Lichtkegels. (Vergl. Fig. 13.)

Bringt man zwischen Lichtquelle und Spiegel ein Convexglas, dessen Brennweite f kürzer ist als seine Entfernung von L (Fig. 15), dann fallen die Strahlen convergent auf den Spiegel, und werden von diesem convergent reflectirt, und zwar, ist die Entfernung von Licht zu Convexglas $= l$, die Brennweite des Convexglases $= f$, so findet man die Entfernung l' des Punctes (B), nach welchem die Strahlen, nach ihrem Durchgang durch die Sammellinse, convergiren, nach der Formel:

Fig. 15.

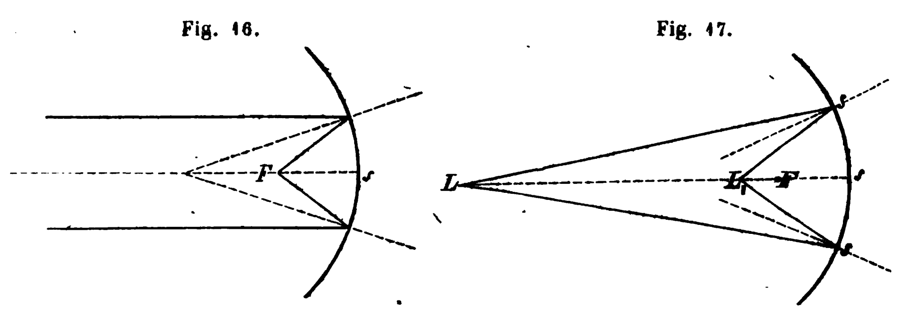
$$\frac{1}{l'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{l}$$

$$l' = \frac{f \cdot l}{l-f}.$$

Dies l' stellt die Höhe des Lichtkegels dar, der auf *ss* fällt. Die Höhe *H* des Lichtkegels, der auf das Auge reflectirt wird, ist offenbar wieder abhängig von der Entfernung des Spiegels vom Convexglase. Ist diese $= c$, dann wird $H = l' - c$. Auf diesem Princip beruht der Augenspiegel von Coccius.

§ 17. **Concavspiegel.** Concavspiegel reflectiren parallele Strahlen nach ihrem Brennpunkte *F* (Fig. 16) und dieser liegt in der positiven Entfernung von ungefähr dem halben Radius von der Spiegelfläche. Strahlen, welche von einem Puncte *L* (Fig. 17) aus divergirend auf den Concavspiegel fallen, der weiter

Fig. 16. Fig. 17.



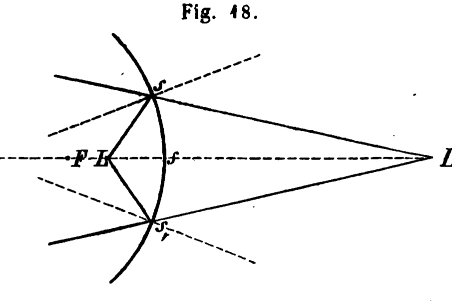
von *s* entfernt liegt als *F*, werden in einem Puncte *L'* vereint, der zwischen *L* und *F* liegt. Ist $Ls = l$, $L's = l'$, $Fs = f$, so findet man l' nach der Formel:

$$\frac{1}{l'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{l}$$

$$l' = \frac{l \cdot f}{l - f}.$$

Es folgt daraus, dass, je näher *L* gegen *s* rückt, desto weiter rückt *L'* von *s* ab, d. h. l' und l wachsen in umgekehrtem Verhältniss: Ist *L* in *F*, dann wird l' unendlich, d. h. die reflectirten Strahlen sind parallel. Rückt *L* zwischen Brennpunct *F* und Spiegel *s*, dann wird *L's* negativ, d. h. die reflectirten Strahlen sind so divergent, als kämen sie von einem Puncte *L'*, welcher um l' von *s* entfernt, hinter dem Spiegel liegt (Fig. 18).

Fig. 18.



Convergirende Lichtstrahlen, die nach *L'* convergiren, nehmen gerade den umgekehrten Verlauf nach *L*.

Hat das Object in *L* die Grösse *B*, so findet man die Grösse seines Spiegelbildes β nach der Formel:

$$\frac{\beta}{B} = \frac{f}{l - f}$$

$$\beta = \frac{B \cdot f}{l - f},$$

wobei l wieder die Entfernung von Object zu spiegelnder Fläche, also $l - f$ die Entfernung von Object zum Brennpunct des Spiegels bezeichnet. Steht *B* in unendlich, dann entsteht β im Brennpunct und ist unendlich klein. Rückt *B* von unendlich in endliche Entfernung, so ist β erst positiv, umgekehrt und kleiner

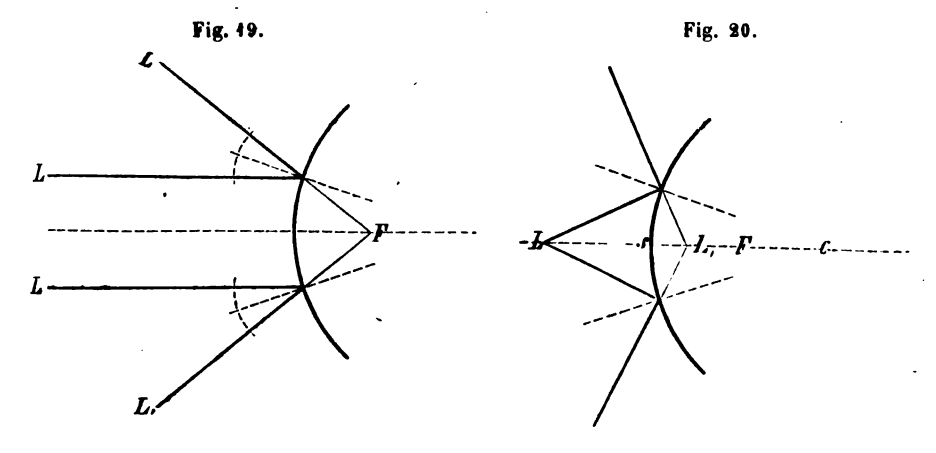
als B. Ist B im Krümmungscentrum angelangt, so wird $\beta = B$. Steht B in F, so wird $l = f$; also $l - f = o$, β also unendlich. Rückt B noch näher an die reflectirende Fläche, so wird l kleiner als f; also β negativ, grösser als B und aufrecht, bis an der Fläche selbst $l = o$, $\beta = - B$ wird.

§. 18. **Convexspiegel.** Der Brennpunct von Convexspiegeln liegt hinter dem Spiegel auch ungefähr in der Mitte seines Radius, die Brennweite (f) ist also negativ. Die obige Formel zur Berechnung der conjugirten Brennweiten wird also:

$$\frac{1}{l} + \frac{1}{l'} = - \frac{1}{f}$$

Parallele Strahlen Ls (Fig. 19) werden so divergent reflectirt, als kämen sie von F, dem Brennpuncte, her.

Divergent auffallende Strahlen (Fig. 20), die von L herkommen, werden noch mehr divergent reflectirt, so dass sich ihre Verlängerungen nach rückwärts



in L' zwischen F und s schneiden würden. Steht L um f vor s, dann wird $l = f$, und $l' = \frac{f}{2}$.

Was die Grösse des Spiegelbildes anbelangt, so wird sie berechnet nach der Formel:

$$\frac{\beta}{B} = \frac{f}{l+f}$$

$$\beta = \frac{Bf}{l+f}$$

β ist virtuell, aufrecht, und kleiner als B, am kleinsten, wenn $l = \infty$, an Grösse zunehmend, wenn B der Spiegelfläche zurückt, bis es $= B$ ist, wenn B in s steht.

Fallen convergirende Strahlen auf einen Convexspiegel, dann wird l negativ, l' positiv. Wir haben dieselben Verhältnisse, wie in dem eben angeführten Falle divergirender Lichtstrahlen, nur umgekehrt, d. h. die imaginäre Lichtquelle liegt in L', ihr Reflexbild in L.

seits das untersuchte Auge erleuchten, andererseits dem untersuchenden als Correctionsglas dienen. Zuerst wurden sie angewandt von Jaeger [1]), Klaunig [2]), Hasner v. Artha [3]) und von Burow [4]).

Betrachten wir nun erst die spiegelnde Wirkung solcher belegten Gläser: Sehen wir ab von dem geringen Theile des Lichtes, welchen ihre Vorderfläche reflectirt, so werden Strahlen, welche auf ihre erste Fläche treffen, hier dem Perpendikel zu gebrochen. So fallen sie auf die belegte zweite Fläche, wo sie unter gleichem Winkel, wie sie dort ankommen, reflectirt werden. Sie gelangen also zum zweiten Male, doch von der entgegengesetzten Seite, auf die erste Fläche und erleiden hier eine zweite Refraction, jedoch von dem Perpendikel ab. Lichtstrahlen erleiden also an heterocentrischen Spiegeln zwei Refractionen und eine Reflexion.

Es leuchtet sofort ein, dass diese Wirkung abhängt: vom Krümmungsradius der vordern Fläche, vom Krümmungsradius der hintern Fläche, von der Dicke des Glases und vom Brechungsexponenten desselben. Die Dicke des Glases kann hierbei, wie Zehender (l. c.) richtig bemerkt, nicht vernachlässigt werden, weil sie in unserem Falle zweimal in Betracht kommt, ihre Vernachlässigung also einen doppelten Fehler bedingt.

Der Zweck centrirter heterocentrischer Spiegel ist der, einfallende Lichtstrahlen bei ihrem Austritt auf eine kleinere Fläche zu vereinigen, als sie beim Eintritte einnahmen. Spiegel, welche eine entgegengesetzte Wirkung haben, sind also unbrauchbar.

Nennen wir nun r den Krümmungsradius der ersten Fläche, r' den Krümmungsradius der zweiten Fläche, beide mit positivem Vorzeichen, wenn die Convexität dem Beobachter zugewendet ist, und umgekehrt. Nennen wir ferner d die Dicke des Glases, n seinen Brechungsexponenten, f die Refractionsbrennweite, nach einmaliger Brechung an der ersten Fläche, deren Radius r ist. Nennen wir endlich $b = 1$ den Radius des Theiles der ersten Fläche, welcher von den auffallenden Strahlen beleuchtet wird, b'' den Radius des Theiles derselben Fläche, welcher von den austretenden, reflectirten Strahlen eingenommen wird, so muss, unserer Forderung gemäss, b'' immer kleiner sein als b. Nun lautet die Formel [5]) für b'' (bei parallelem Lichteinfall):

$$b'' = 1 - \frac{2d}{fr'} (d + r' - f)$$

Ein Blick auf diese Formel wird uns in jedem Falle darüber Aufschluss geben, ob ein heterocentrischer centrirter Spiegel unsern Anforderungen in Betreff der Beleuchtung entspreche, oder nicht. Wird nämlich der Ausdruck $\frac{2d}{fr'} (d + r' - f)$ negativ, dann wird b'' grösser als b, weil $b = 1$. Wird der

1) Jaeger, Ueber Staar und Staaroperationen. Wien 1854.

2) Klaunig, Construction und Verfahren bei dem Gebrauch meines Augenspiegels. Deutsche Klinik Nr. 16, 27, 28. 1854. — Einige Bemerkungen über Augenspiegel von Glas. Deutsche Klinik Nr. 46. 1855.

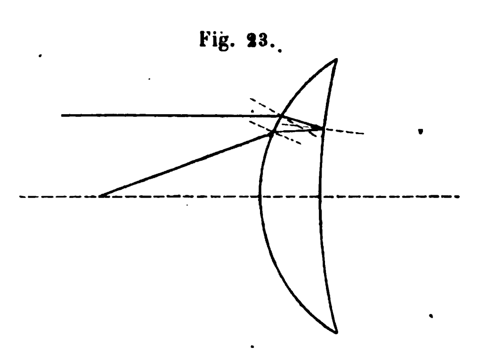
3) Hasner v. Artha, Ueber die Benutzung foliirter Glaslinsen zur Untersuchung des Augengrundes. Prag 1855.

4) v. Pastau, Beschreibung eines von Professor Burow angegebenen Augenspiegels. Deutsche Klinik Nr. 48. 1854 und: Ueber Construction heterocentrischer Augenspiegel und deren Anwendung von Professor Burow. Arch. f. Ophth. III. 2. pag. 68. 1857.

5) Zehender, Arch. f. Ophth. II. 2. pag. 120.

Ausdruck positiv, dann wird b'' kleiner als b. Unseren Anforderungen entsprechen also alle die Fälle, in welchen der obige Ausdruck positiv wird. Da aber d essentiell positiv ist, so ist für das Vorzeichen des ganzen Ausdrucks einzig massgebend das Vorzeichen von f und r'; oder da f und r immer gleiche Vorzeichen haben, von den Vorzeichen von r und r'. Der Ausdruck wird also positiv, wenn r und r' gleiches Vorzeichen haben, sei es + oder — (und wenn $d + r' > f$ im Falle dass f positiv ist), also für collective sowohl als dispansive Menisken[1]) (Fig. 23 u. 24). Diese sind also für unsere Zwecke brauchbar, und zwar steigt der Beleuchtungseffect, d. h. wird b'' kleiner, für positive Krümmungsradien mit zunehmender Grösse von r' und d, und mit abnehmender Grösse von r.

Fig. 23.

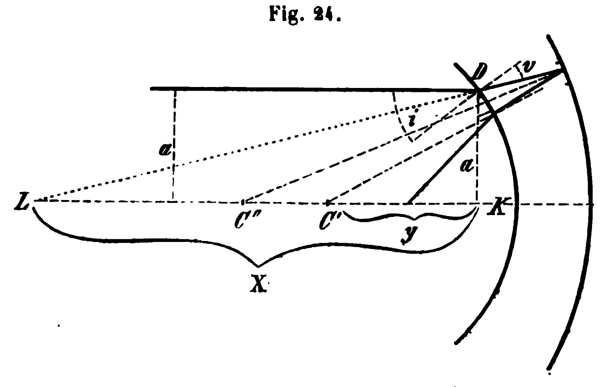


Für negative Krümmungsradien dagegen wächst die Beleuchtungsintensität mit zunehmender Grösse von r und d, und mit abnehmender von r'.

Haben beide Krümmungsradien entgegengesetzte Vorzeichen, wie in biconvexen oder biconcaven Gläsern, dann wird im erstern Falle r positiv, r' negativ. Aus der Betrachtung unserer Formel folgt nun, dass dabei nur in dem Falle b'' grösser würde als 1, wenn d grösser wäre, als $r' + f$, was kaum je vorkommen wird. Also dienen auch biconvexe belegte Glaslinsen unsern Beleuchtungszwecken (Fig. 25). Biconcave Linsen (Fig. 26) dagegen sind unter allen Umständen dazu unbrauchbar. r wird bei ihnen nämlich negativ, r' positiv und

1) Bei dispansiven Menisken muss der rückwärts verlängerte, an der ersten Fläche gebrochene Strahl die Axe weiter vom Spiegel ab, als der zweite Krümmungsmittelpunct, schneiden ($f > r'$), sonst taugen sie auch nicht. Vergl. Fig. 24: C'' Krümmungscen-

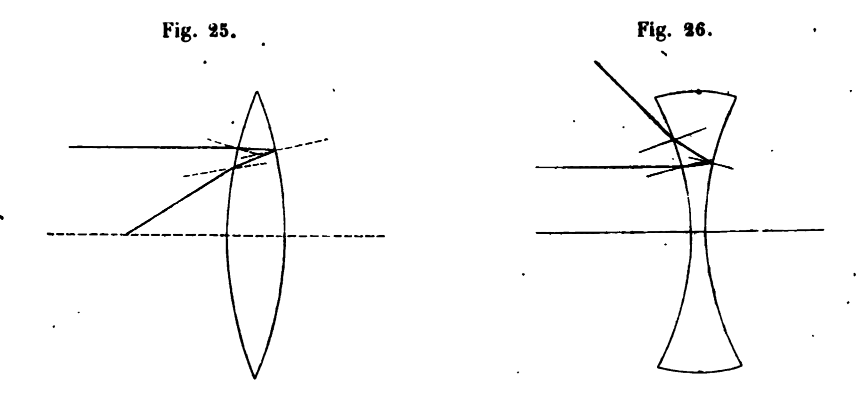
Fig. 24.



trum der ersten, C' der zweiten Fläche, $DK = a$, das von dem Punct, wo ein der Axe paralleler Strahl auf die erste Fläche trifft, auf die Axe gefällte Loth $KC' = y$, $KL = X$, i = Einfallswinkel, v = Brechungswinkel eines der Axe parallelen Strahles an der ersten Fläche, also wenn $y + C'\,C'' < X$; X ist aber $= \frac{a}{tg\,(i-v)}$.

daher der eingeklammerte Theil der Formel immer positiv; der Nenner des multiplicirenden Factors negativ; also auch der ganze Ausdruck negativ. So erhält man für b'' immer mehr als 1.

Fig. 25. Fig. 26.



Aus der Formel geht ferner direct hervor, dass die Beleuchtungsintensität immer zunehmen muss mit zunehmender Glasdicke d, wenn der Ausdruck positiv ist.

Dies sind nun erst allgemeine Resultate. Wir wissen nur, dass unter den angegebenen Bedingungen das reflectirte Strahlenbündel kleiner ist als das auffallende. Es fragt sich aber für unsern practischen Zweck der Augenspiegeluntersuchung: wie gross müssen r, r' und d werden, wenn die von einer Lichtflamme aus divergirenden Strahlen nach ihrer Reflexion convergiren sollen, und zwar stärker, als sie vorher divergirten? Wir nennen die Entfernung des Lichtes vom Spiegel $= p$, und die Entfernung des Punctes vom Spiegel, nach welchem es nach seiner Reflexion convergiren soll, $= x$.

Für jedes catoptrische oder dioptrische System, dessen Brennweite ist $= q$, bezogen auf die Hauptebene, gilt die Formel:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{x} = \frac{1}{q}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{q} - \frac{1}{p}.$$

Das q aber berechnet sich nach der Formel:

$$q = \frac{r \cdot r'}{2\,(r'\,(n' - n) - rn')}$$

(ohne Berücksichtigung der Dicke der Linse).

Ist n als Brechungsexponent der Luft $= 1$, n' als Brechungsexponent des Glases $= 1,5$, so wird $q = \frac{r \cdot r'}{r' - 3r}$.

Daraus folgt:

1) Bei positiven Krümmungsradien nimmt q ab, wenn bei gleichem r' die Grösse r abnimmt.

2) Da q für unsere Zwecke immer positiv bleiben muss, so muss r' immer grösser sein als $3\,r$, also auch grösser als f, denn f ist gerade $= 3r$ (aus $f = \frac{n \cdot r}{n-1}$), also dasselbe, was wir schon oben gefunden haben bei der Betrachtung von b'' und b.

Da nun die Beleuchtungsintensität um so grösser ist, je kleiner b'' im Verhältniss zu b, und andererseits b'' um so kleiner wird im Verhältniss zu b je grösser r' im Verhältniss zu f ist, so folgt daraus, dass die Lichtintensität eines heterocentrischen Spiegels, mit positiven Radien, zunimmt mit der Abnahme seiner **catoptrischen** Brennweite.

Wäre $f = r'$, dann würde — wie leicht einzusehen — unter Vernachlässigung von d, der Spiegel eine unendliche Brennweite haben, d. h. parallel einfallende Lichtstrahlen parallel reflectiren.

Um convergentes Licht zu erhalten, werden wir also das Verhältniss von $r : r'$ nicht wählen $= 1 : 3$, sondern wie $1 : 4$ oder $1 : 5$.

Auch für negative Krümmungsradien, wo $f + d > r'$ sein muss, und für Convexgläser, gilt obiges Verhältniss des Beleuchtungswerthes zur catoptrischen Brennweite.

§ 50. **Dioptrische Wirkung centrirter heterocentrischer Spiegel.** Centrirte, heterocentrische Gläser können eine collective oder eine dispansive Wirkung haben. Convergent wirken sie, wenn beide Flächen convex, oder wenn die stärker gekrümmte Fläche convex ist; divergent, wenn beide Flächen concav, oder die stärker gekrümmte Fläche concav ist.

Nennen wir φ die dioptrische Brennweite einer Linse, und behalten im Uebrigen die oben angewandten Ausdrücke bei, so ist die Formel für die dioptrische Wirkung:

$$\frac{1}{\varphi} = \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r'}\right)(n - 1).$$

Wir können also durch die Veränderung der Krümmungsradien alle möglichen positiven und negativen Werthe von φ darstellen. Diese lassen sich auch mit allen möglichen Grössen der catoptrischen Brennweite combiniren. Man braucht nur in der eben angegebenen Formel für φ und in der für q die Werthe von r und die Werthe von r' einander gleich zu machen. Es fragt sich aber, ob sich alle diese Werthe mit den oben aufgestellten Bedingungen zu einer guten Beleuchtung vereinigen?

Wir haben oben gefunden, dass Spiegellinsen nur dann brauchber sind, wenn $b'' < b$.

Dies ist der Fall:

1) Wenn beide Krümmungsradien positiv sind;
2) Wenn beide Krümmungsradien negativ sind;
3) Wenn der erste positiv, der zweite negativ ist. (Convexgläser.)

Im ersten Fall kann also die dioptrische Wirkung des Glases nur positiv sein, sonst würde die catoptrische Brennweite (q) negativ.

Ferner muss die dioptrische Brennweite (φ) immer kleiner sein als $2q$, weil sonst r negativ würde.

Im zweiten Fall wird φ immer negativ sein müssen, aber jeden beliebigen negativen Werth erhalten können, weil die Krümmungsradien dabei immer negativ werden.

Im dritten Falle hat das Glas natürlich immer nur positive dioptrische Wirkung und ausserdem muss φ immer grösser sein, als die doppelte catoptrische Brennweite ($\varphi > 2q$) und kleiner als die sechsfache catoptrische Brennweite ($\varphi < 6q$).

Fassen wir alles in Kürze zusammen, so haben wir gefunden:

1) Geeignet zu catoptrisch-dioptrischen Augenspiegeln sind im Allgemeinen alle Linsen mit Ausnahme der biconcaven.

2) Die Beleuchtungsfähigkeit aller wächst umgekehrt wie ihre catoptrische Brennweite.

3) Für collective Menisken und positive Radien wächst die Beleuchtungsintensität wie der Krümmungsradius der hintern, belegten, und umgekehrt wie der der vordern Oberfläche. Umgekehrt bei negativen Radien.

4) Bei dispansiven Menisken und negativen Radien ist die Beleuchtungsintensität proportional dem Radius der vordern, und umgekehrt proportional dem Radius der hintern, belegten Fläche, wenn $f + d > r'$. Dispansive Menisken mit positiven Radien dagegen sind immer ungeeignet.

5) Das günstigste Verhältniss für positive Radien heterocentrischer Spiegel in Bezug auf ihre Beleuchtungsfähigkeit ist das, wenn der Krümmungsradius der hintern, spiegelnden Oberfläche 4 oder 5 Mal so lang ist als der der vordern. (Die Glasdicke nicht mitgerechnet.)

6) Bei collectiven Spiegelmenisken und positiven Radien muss die dioptrische Brennweite kleiner sein als die doppelte Spiegelbrennweite.

7) Bei dispansiven Spiegelmenisken und negativen Radien kann man der dioptrischen Brennweite jeden beliebigen Werth geben.

8) Bei biconvexen Spiegellinsen muss die dioptrische Brennweite grösser sein, als die doppelte, und kleiner, als die sechsfache catoptrische Brennweite.

9) Die Beleuchtungsintensität steht unter allen Umständen in directem Verhältniss zur Dicke des Glases.

§ 51. **Decentrirte heterocentrische Spiegel.** Die Krümmungsmittelpuncte dieser Spiegel liegen nicht beide in derselben Axe, resp. die Axe des Spiegels bildet einen Winkel. Dazu gehören die als Augenspiegel verwandten Prismen. Haben sie plane Seiten, und benutzt man einfach die Totalreflexion ihrer Hypothenusenfläche zur Beleuchtung, dann kommen sie vollkommen überein mit Planspiegeln. Sind dagegen eine oder mehr Flächen des Prismas gekrümmt, dann lassen sie sich eher vergleichen mit den eben beschriebenen heterocentrischen Spiegellinsen, indem sie dann auch als Refractoren wirken.

§ 52. **Beleuchtung des innern Auges.** Voraus einige allgemeine Betrachtungen: Alle Durchschnitte eines parallelen Strahlenbündels haben dieselbe Lichtintensität, und gleiche Theile verschiedener Schnitte haben ebenfalls unter sich gleiche Lichtintensität, weil die Durchschnitte alle gleich sind. Bei kegelförmigen Strahlenbündeln ist die Summe des Lichtes auch in allen Durchschnitten die gleiche, aber die Intensität gleicher Theile verschiedener Durchschnitte wächst in umgekehrtem Verhältnisse zum Quadrat der Entfernung von der Spitze, d. h. je näher ein Durchschnitt der Spitze liegt, desto intensiver ist die seinen einzelnen Theilen zukommende Beleuchtungsintensität.

Wir haben oben gesehen, dass wir zur Beleuchtung des innern Auges immer Spiegel benutzen. Wenn wir also im Folgenden von Lichtquelle sprechen, so meinen wir jeweilen das Spiegelbild derselben.

Die ophthalmoscopische Beleuchtung ist einerseits abhängig von der Intensität

der Lichtquelle, namentlich aber von dem Theile des Lichtes, das ins Innere des Auges gelangt. Von grossem Einfluss auf letztern aber ist die Pupille, die Oeffnung des Diaphragmas, durch welches das Licht einfällt.

Man könnte der Pupille durch Atropin einen maximalen, und in allen Augen ziemlich constanten Durchmesser geben; wir ziehen es aber vor, unsern Betrachtungen eine viel kleinere Pupillaröffnung zu Grunde zu legen, einerseits weil die Augenspiegel-Untersuchung wo möglich immer ohne Atropinisation soll vorgenommen werden, andrerseits, weil sich aus den für eine enge Pupille gefundenen Resultaten viel leichter auf die Verhältnisse bei weiter Pupille schliessen lässt, als umgekehrt.

Wir haben es dann aber allerdings nicht mehr mit einem constanten Factor zu thun, sondern mit einem Factor der grösser wird für geringere Intensität des einfallenden Lichtes, kleiner für grössere Intensität. Berechnungen können also immer nur approximativen Werth haben, und zwar wird der Fehler immer zu Gunsten der stärkern Beleuchtung ausfallen. Dennoch haben die practischen Versuche ergeben, dass die nachfolgenden Betrachtungen über den Gang der Lichtstrahlen und ihren Beleuchtungseffect im Ganzen richtig sind. Jedenfalls aber wird allzu grelles Licht, abgesehen davon, dass es von der Retina schlecht vertragen wird, schon durch die resultirende maximale Verengerung der Pupille vom Ophthalmoscopiren ausgeschlossen.

Die vordere Kammer sammt Cornea hat auf einfallende Strahlen die Wirkung eines collectiven Meniscus. Es kann also von einem Strahlenbündel, vermöge seiner Convergenz, etwas mehr Licht in die Pupille dringen, als wenn keine vordere Kammer vorhanden wäre. Wir können uns deshalb, der Einfachheit wegen, eben so gut die Pupille mit etwas grösserem Durchmesser an der Vorderfläche der Hornhaut gelegen denken.

Fällt ein paralleles Strahlenbündel auf ein emmetropisches, accommodationsloses Auge, dann wird von ihm ein Lichtkegel ins Innere gelangen, dessen Basis die Pupille ist, und dessen Spitze sich auf der Retina befindet. Die Intensität dieses punctförmigen Retinalbildes wird gerade so gross sein als die der beleuchteten Pupillenfläche. Hat der Planspiegel, welcher paralleles Sonnenlicht, oder der Convexspiegel, welcher Lampenlicht parallel auf das Auge reflectirt, die Fläche P, repräsentirt diese Fläche eine Lichtintensität J, und nennen wir die Pupillaröffnung p, dann wird die ins Auge gelangte Lichtintensität J' sein:

$$J' = \frac{p \cdot J}{P}$$

Wir sehen also, dass nur so viel von der Spiegel-Oeffnung zur Beleuchtung des Augen-Innern beiträgt, als der Grösse der Pupille entspricht. Das übrige Licht fällt auf äussere Theile des Auges und geht für unsere Zwecke verloren.

Ist das Auge hypermetropisch, die übrigen Verhältnisse gleich, dann wird vom dioptrischen Apparate des Auges wieder ein gleicher Lichtkegel gebildet, die Retina des hypermetropischen Auges liegt aber vor seiner Spitze. Es entsteht also ein Durchschnitt des Lichtkegels, welcher um so grösser ist, je kürzer die Augenaxe ist, dessen gesammte Beleuchtungsquantität aber gerade so gross ist, wie die der Pupillarfläche oder wie die der Spitze. Wir haben also dieselbe Quantität vertheilt auf eine grössere Fläche als im ersten Falle.

Ganz dasselbe erhalten wir für das myopische Auge: Die Lichtstrahlen ver-

einigen sich vor der Retina, um von da an wieder geradlinig auseinanderzugehen. Es entsteht also hinter dem Vereinigungspuncte, auf der Retina des myopischen Auges ein ähnlicher Zerstreuungskreis, wie im hypermetropischen vor demselben. Die Berechnungsweise des Durchmessers dieser Zerstreuungskreise und ihrer Grössenverhältnisse in Augen verschiedener Refraction entspricht derjenigen bei der Bestimmung der Ametropie mit Hülfe des Scheiner'schen Versuches. (§ 35.)

Fällt divergentes Licht auf ein emmetropisches Auge, so wird es durch den dioptrischen Apparat wohl etwas weniger divergent gemacht, aber doch nicht convergent. Wir haben einen Lichtkegel, dessen Spitze ausser dem Auge liegt, von dem ein Durchschnitt in der Pupille, ein anderer auf der Retina liegt, und zwar ist der letztere grösser als der erstere.

Die Lichtintensität der Pupillarfläche J' wird also sein $\frac{J \cdot p}{D^2}$, wenn D ist = Entfernung der Flamme vom Auge. Sie wird also zunehmen mit dem Quadrate der Annäherung des Lichtes. Die beleuchtete Fläche der Retina R hat ganz dieselbe Summe der Beleuchtung, jeder einzelne Theil aber ist weniger erleuchtet, als in p, weil R grösser ist als p.

Fällt divergentes Licht auf ein hypermetropisches Auge, dann gilt, was wir vom emmetropischen gesagt, nur noch in höherem Masse, d. h. die Lichtstrahlen können noch weniger zur Vereinigung gebracht werden, als in jenem; das Licht also, das durch die Pupille dringt, wird auf eine noch grössere Fläche vertheilt, die Beleuchtung jedes einzelnen Punctes also noch geringer.

Fällt dagegen divergentes Licht in ein myopisches Auge, dann ist es möglich, dass die Lichtstrahlen gerade von seinem Fernpuncte ausgehen. Sie werden also auf der Netzhaut des Auges zu einem scharfen, verkleinerten, umgekehrten Bilde der Lichtquelle vereint.

Wir haben dann zwei Lichtkegel mit gleicher Basis der Pupille. Die Spitze des einen ist die Flamme, die des andern ihr Bild. Behalten wir die gleichen Bezeichnungen bei, so finden wir für die Lichtintensität der Pupille wieder $J' = \frac{J \cdot p}{D^2}$, die sich auf der Retina im Lichtbild concentrirt. Die beleuchtete Stelle ist kleiner, aber viel heller, als im vorigen Falle.

Wir sehen aber auch wieder, dass die Beleuchtung wächst mit Annäherung des Lichtes. Gestattet also der Grad der Myopie grosse Nähe der Flamme, so wird die Beleuchtungsintensität des Lichtbildes im Augengrunde immer grösser.

Befindet sich der Lichtquell innerhalb des Fernpunctes des myopischen Auges, so können sich die Strahlen nicht mehr in einem Puncte vereinen, wir haben dann also dieselben Verhältnisse, wie bei Emmetropie, die Lichtquantität der Pupille vertheilt sich auf eine grössere Fläche der Retina.

Ist dagegen die Entfernung der Lichtquelle vom Auge grösser, als die Entfernung von Fernpunct zum Auge, dann vereinen sich die Strahlen schon vor der Retina, und entwerfen auf ihr ein Zerstreuungsbild, dessen gesammte Helligkeit gleich ist der der Pupille, während die seiner einzelnen Theile abhängt von der Grösse der beleuchteten Fläche.

Fragen wir nach den Mitteln, die uns divergentes Licht ergeben, so haben wir dafür Planspiegel, Concavspiegel, wenn bei letzteren die Lichtquelle sich innerhalb ihres Brennpunctes befindet, und Convexspiegel.

Im ersten Falle ist die Entfernung der Lichtquelle vom Auge gleich der Entfernung des wirklichen Lichtes vom Spiegel (l) plus die Entfernung des Spiegels vom Auge (d):

$$D = l + d.$$

Die Beleuchtung nimmt also zu mit der Annäherung des Lichtes an den Spiegel und mit der Annäherung des Spiegels ans Auge. Man kann also durch Veränderung dieser Abstände jede beliebige Divergenz darstellen.

Im zweiten Falle wird D um so kleiner, je kleiner die Brennweite des Concavspiegels, je kleiner die Entfernung des Lichtes vom Spiegel und je kleiner die Distanz zwischen Spiegel und Auge ist. Dies geht schon direct hervor aus der Formel

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{l} + \frac{1}{l'}$$

worin l = Entfernung des Spiegelbildes von der Spiegelfläche, denn $l' = \frac{fl}{f-l}$ und $D = d + l'$.

Wir müssen aber gleich hier bemerken, dass je kleiner die Brennweite, resp. der Radius eines Concavspiegels, um so stärker auch die Diffusion der gespiegelten Bilder wird, was also die Anwendung allzu stark gekrümmter Spiegel einschränkt. Man hat practisch gefunden, dass der Radius eines Hohlspiegels nicht unter 6" betragen dürfe. Ferner kann man natürlich ein Licht auch nicht beliebig nahe an einen Concavspiegel heranbringen, um so weniger, wenn derselbe noch in nächster Nähe des untersuchenden und des untersuchten Auges steht, so dass man sich zur Darstellung divergenten Lichtes jedenfalls nie eines einfachen Concavspiegels bedienen wird.

Im dritten Fall, wo divergentes Licht auf einen Covexspiegel fällt, finden wir ebenfalls, dass die Divergenz der reflectirten Strahlen zunimmt mit der Annäherung des Lichtes an den Spiegel, und mit der Abnahme der Brennweite, resp. des Radius des Spiegels.

Da wir aber kaum jemals stärkere Divergenz nöthig haben, als uns ein Planspiegel liefert, so werden wir auch nie Concav- oder Convexspiegel zu diesem Zwecke verwenden.

Sie werden uns dagegen dienen um convergentes Licht in das Auge fallen zu lassen. Benutzen wir zu diesem Zwecke einen Concavspiegel, der einen Lichtkegel entwirft von der Basis seiner Spiegelfläche, und einer Höhe von z. B. 12 Zoll, so wissen wir wieder, dass nur so viel Licht ins Innere des Auges dringt, als in die Pupille gelangt. Steht nun der Spiegel nahe am Auge, dann wird dasselbe nicht viel mehr Licht aufnehmen können, als von einem Theil der Spiegelöffnung ausgeht, der etwa so gross ist als die Pupille. Entfernt sich dagegen der Spiegel, dann rückt seine Spitze der Pupille immer näher, und ein Durchschnitt durch den Lichtkegel in ihrer Höhe wird immer mehr Lichtintensität haben, bis endlich nahe an der Spitze alles Licht, das die Basis reflectirt, auch in die Pupille dringen kann. Dies würde in unserem Falle aber erst in einer Entfernung von beinah 12 Zoll vom Auge gelingen. Soll der Lichtkegel eine so

geringe Höhe haben, dass seine Spitze schon ganz nahe am Auge in dasselbe gelangt, dann müsste der Spiegel einen sehr kleinen Radius haben. Wie gesagt aber, sind Concavspiegel unter 6″ Radius unbrauchbar. Steht die Lampe in 12 Zoll, dann würde die Höhe des Lichtkegels werden = 4 Zoll. Es folgt daraus, dass Concavspiegel nur bei der Untersuchung aus weiter Ferne intensiv beleuchten; dagegen für die Untersuchung in der Nähe (aufrechtes Bild) keine sehr starke Beleuchtung geben. Für die Fälle also, wo wir gerade geringe Beleuchtung wünschen, lassen sie sich sehr wohl verwerthen.

Coccius hat die Combination eines Convexglases mit einem Planspiegel zur Beleuchtung verwendet. Auf diese Weise wird es nämlich möglich, einen convergenten Strahlenkegel von beliebiger Höhe darzustellen, denn ein je stärkeres Convexglas man wählt, desto kürzer wird die Vereinigungsweite der Strahlen, während die Basis gleich bleibt. Diesen Strahlenkegel kann man aber auch in jeder beliebigen Höhe durch den Spiegel ablenken und ins Auge werfen. Kommt man nun auch mit dem Spiegel dem Auge sehr nahe, so ist es trotzdem möglich, die beleuchtete Stelle des Spiegels gleich gross zu machen wie die Pupille, also das Gesammtlicht ins Innere zu reflectiren. Die Höhe des Lichtkegels wird dabei allerdings sehr klein, was wieder ähnliche Unannehmlichkeiten mit sich bringt wie ein Concavspiegel von kurzer Brennweite.

Zehender's Combination eines Convexglases mit einem Convexspiegel dagegen erlaubt, einem Lichtkegel von gleicher Basis eine beliebige Länge zu geben. Der Spiegel ist von Metall und hat einen Radius von 6 Zoll. Er wird von einer Handhabe getragen und hat 2 seitliche, bewegliche Arme, von denen der eine die convexe Beleuchtungslinse ($+ 1/3$) der andere das jeweilige Correctionsglas zum Durchsehen trägt. Da man die Handhabe an zwei entgegengesetzten Puncten des Spiegels anschrauben kann, so kann man dadurch auch die Beleuchtungslinse auf die eine oder die andere Seite des Spiegels bringen. Die Entfernung von Lampe und Spiegel kann betragen zwischen 25 und 8 Zoll, die von Linse und Spiegel 1 bis 3 Zoll, die vom Spiegel zum Auge 2 Zoll.

§ 53. **Prüfung der Beleuchtungsintensität eines Augenspiegels.** Die Beleuchtungsintensität eines Augenspiegels lässt sich durch folgende Ueberlegung finden: Wenn die Pupille eines untersuchten Auges leuchtend erscheinen soll, so muss sich auf seiner Netzhaut das Bild der Lichtquelle ganz oder theilweise mit dem Bilde der Pupille des Beobachters decken. Man kann daher die practische Prüfung eines Beleuchtungsspiegels einfach in folgender Weise vornehmen: Erst stellt man Licht und Spiegel gerade so auf, wie man sie bei der Augenspiegeluntersuchung gewöhnlich braucht, setzt sich selbst aber an den Platz des Untersuchten und lässt das Licht in sein eigenes Auge fallen. Der Theil des Gesichtsfeldes, welcher dann hell erscheint, entspricht der beleuchteten Netzhautstelle. Hierauf bringt man die Flamme hinter den Spiegel an die Stelle, wo sonst das beobachtende Auge steht, so dass das Licht durch das Loch im Spiegel scheint. Der jetzt erleuchtete Theil des Gesichtsfeldes entspricht dann der Stelle der Retina, welche der Untersucher überschauen kann. Denn da wir bei allen optischen Systemen Object und Bild vertauschen können, so schliessen wir auch in diesem Falle: Es kann genau so viel Licht aus dem untersuchten Auge in das untersuchende dringen, als aus letzterem in das erstere gelangt. Diese genannte

Lichtquantität aber wird dargestellt von dem Lichte, welches durch das Loch des Beleuchtungsspiegels dringt [1]).

§ 54. **Aufrechtes und umgekehrtes Bild.** Wir haben eben die mannigfachen Methoden betrachtet, mit denen sich ein Auge erleuchten lässt, und welche zugleich einem beobachtenden Auge gestatten, sich in die Richtung des ein- und des ausfallenden Lichtes zu stellen.

Vom Fundus des untersuchten Auges treten nun die Strahlen entsprechend seiner Refraction parallel, divergent oder convergent aus. Ist der Untersucher für solche Strahlen adaptirt, dann wird er von dem Hintergrunde des beobachteten Auges ein virtuelles, aufrechtes, vergrössertes Bild sehen, wie von jedem Objecte, das man innerhalb der Brennweite einer Loupe betrachtet. Dies nennen wir denn auch das aufrechte Bild.

Concentrirt man dagegen die austretenden Strahlen mit Hilfe eines Convexglases, ehe sie in das beobachtende Auge gelangen, dann entsteht vor demselben ein reelles, umgekehrtes Bild, das ebenfalls vergrössert ist, aber weniger als das aufrechte. Wir nennen dies einfach das umgekehrte Bild.

§ 55. **Das Gesichtsfeld des Augenspiegelbildes.** Beim aufrechten Bilde wird das Gesichtsfeld begrenzt von der Pupille des untersuchten Auges. Je ferner man also dem untersuchten Auge steht, desto kleiner muss das Gesichtsfeld werden, je näher man rückt, desto weiter wird es. Denkt man sich nämlich [2]) die Visirlinien des untersuchenden Auges, welche sich im Mittelpuncte seiner Pupille kreuzen, als Lichtstrahlen, welche von ihrem Kreuzungspuncte aus, in das Bild der Pupille des beobachteten Auges fallen, so entspricht der Zerstreuungskreis, welchen diese auf der Retina des untersuchten Auges bilden würden, dem Gesichtsfelde. Würde die Pupillarmitte des Beobachters gerade im vordern Brennpuncte des untersuchten Auges stehen, so würde also das Gesichtsfeld auf der Retina genau so gross, wie die Pupille, weil die Strahlen, von ihr aus, parallel auf den Augengrund fallen. Da aber die Entfernung beider Augen kaum je so klein sein wird, so ist auch das Gesichtsfeld jeweilen kleiner als die Pupille des untersuchten Auges.

Das umgekehrte Bild myopischer Augen, das ohne vorgehaltenes Convexglas betrachtet wird, ist ebenfalls einfach begrenzt von der Pupille dieses Auges. Es ist also, abgesehen von der Weite der Pupille, verhältnissmässig um so grösser, je kleiner dies umgekehrte Bild, d. h. je stärker die Myopie ist.

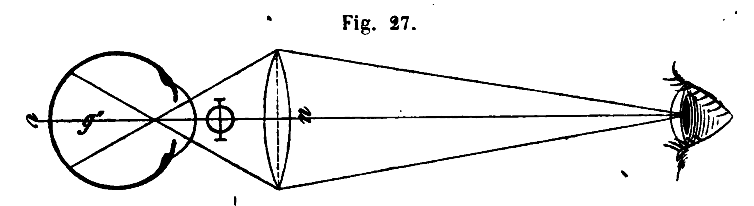
Brauchen wir dagegen zur Darstellung des umgekehrten Bildes, wie gewöhnlich, ein Convexglas, dann wird die Pupille dadurch auch vergrössert, und zwar um so mehr, je mehr sich die Linse vom Auge entfernt. Es steigt damit also auch die Grösse des Gesichtsfeldes. Fällt endlich der Brennpunct der Linse mit dem Mittelpuncte der Pupille zusammen, dann verschwindet das Bild der Pupille ganz, und das Gesichtsfeld wird nur noch begrenzt von der Oeffnung der Linse. Behandelt man wieder die Visirlinien des Beobachters wie Lichtstrahlen, und lässt

---

1) Helmholtz, Phys. Optik p. 169.
2) Helmholtz, Phys. Optik p. 178.

sie durch die ganze Linsenöffnung fallen, dann werden sie nicht ferne vom vordern Knotenpunct in das untersuchte Auge gelangen, also ungebrochen durchgehen.

Fig. 27.



Nennt man die Apertur der Linse $= u$, den Durchmesser des Gesichtsfeldes auf der Netzhaut $= v$, die Entfernung der Netzhaut vom Knotenpunct $= g''$, und die Brennweite der Linse $= \Phi$, dann ist:

$$\frac{v}{g''} = \frac{u}{\Phi}.$$

Ist, was leicht möglich, die Apertur der Linse, u, gleich ihrer halben Brennweite, dann wird $\frac{u}{\Phi} = \frac{1}{2}$; also $v = \frac{g''}{2} =$ ca. 7,5 Mm.[1]).

§. 56. **Die ophthalmoscopische Vergrösserung.** Vergrösserung ist das Verhältniss der Retinalbilder, welche ein Auge mit und ohne optische Hülfsmittel erhält.

Da man Retinalbilder nicht direct messen kann, so misst man ihre Projectionen auf gleiche Entfernung. Die Projection des Retinalbildes eines unbewaffneten Auges ist gleich der Grösse des Objectes, weil Accommodation, Convergenz, Parallaxe etc. Aufschluss über die Entfernung desselben vom Auge geben. Um also die vergrössernde Wirkung eines optischen Instrumentes zu prüfen, muss man das von ihm gelieferte Retinalbild in die Entfernung projiciren, wo das Object steht. In der That heisst denn auch: ein Retinalbild auf eine Fläche projiciren nichts Anderes, als: das Retinalbild mit den Retinalbildern der Objecte vergleichen, welche in der Projectionsfläche liegen.

Auf diesem Principe beruht die Methode *à double vue*, mit welcher man die Vergrösserung terrestrischer Fernröhren prüft: Man stellt in einer gewissen Entfernung einen Massstab auf, den man mit dem einen Auge direct ansieht, während ihn das andere gleichzeitig durch das Fernrohr betrachtet. So sieht man also beide Bilder sich decken und kann direct ablesen, wie viele Theile des von blossem Auge gesehenen Masses auf einen Theil des vergrösserten gehen.

Nach dem gleichen Principe bestimmt man auch die Vergrösserung astronomischer Fernröhren; nur hat man es hier mit unendlich entfernten Objecten zu thun. Projicirt man das Bild, welches das Telescop liefert, auf die Entfernung des Objectes, dann werden also beide unendlich, und es ergiebt sich von selbst die Berechnung der Vergrösserung aus dem Verhältniss der Winkel, unter welchen das Object ohne und mit dem optischen Instrumente erscheint. Man wird diesen Weg um so eher einschlagen, als die Berechnung auf solche

1) Helmholtz l. c p. 179.

Weise äusserst einfach wird. Die Gesichtswinkel verhalten sich nämlich gerade wie die Focaldistanz des Objectivs zu der des Oculars. In der That entspricht diese Art die Vergrösserung zu berechnen unserem Engangs aufgestellten Principe vollkommen, denn für parallele Strahlen, wie sie sowohl direct vom Objecte, als aus dem Telescope kommen, verhalten sich die Retinalbilder gerade wie die Gesichtswinkel, unter denen sie erscheinen.

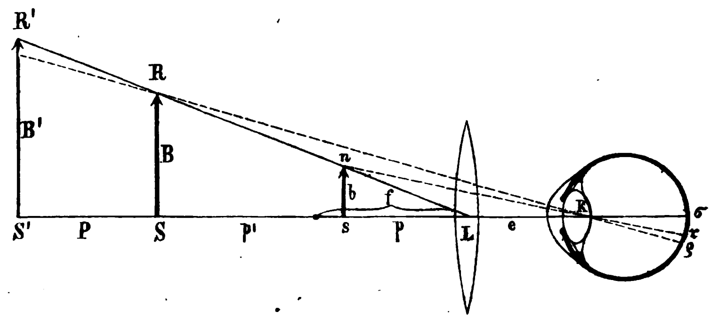
Bei Microscopen kann man gleich verfahren, wie bei Fernröhren: Als Object benutzt man dabei einen Glasmicrometer (gewöhnlich in $^1/_{100}$ Mm. getheilt), den man auf den Objecttisch des Microscopes bringt. Daneben legt man einen Massstab und kann wiederum mit dem einen Auge durch das Instrument den Micrometer, mit dem andern direct den Massstab betrachten, und die beiden vergleichen. Oder das Bild des Micrometers wird in einem über dem Ocular um 45° zu der Axe des Microscopes geneigten, sogenannten Sömmering'schen Spiegel betrachtet. Durch letzteren hindurch sieht man zu gleicher Zeit nach einem entfernten Massstabe, an welchem man wiederum die von dem vergrösserten Micrometer eingenommenen Theilstriche ablesen kann. Mit anderen Worten: man misst das von dem Microscope entworfene Retinalbild des gleichen Auges mit dem des direct gesehenen Massstabes. Ist die Entfernung des Massstabes, auf welchen man das vergrösserte Bild projicirt gerade so gross, wie die des Auges vom Objecte, also etwa gleich der Länge des Tubus des Microscopes, dann hat man vollkommen dieselbe Art der Messung, wie bei der Methode *à double vue*. Gewöhnlich aber nimmt man diese Entfernung etwas länger an: 25 bis 30 Cm., indem man anführt: Das Auge sieht gewöhnlich nicht auf die kurze Distanz, in welcher das Object liegt, und da weder Convergenz noch Accommodation uns zu einer bestimmten Projectionsweite zwingen, so wählen wir dafür die Entfernung von 25—30 Cm., in welcher man kleine Gegenstände zu betrachten pflegt, in welcher man liest, schreibt, zeichnet.

Man hat diese Entfernung deutliche Sehweite genannt, weil man früher annahm, dies sei ungefähr die Entfernung, auf welche ein ruhendes, normales Auge eingestellt sei. Vielleicht sind Diejenigen, welche diese Behauptung zuerst aufgestellt haben, Myopen gewesen. Wir haben, seit Donders die Lehre von der Refraction und Accommodation des Auges klar auseinandergelegt, andere Ansichten über die deutliche Sehweite. Nichts desto weniger lässt sich diese Methode der Bestimmung der Vergrösserung beibehalten, denn sie ist nicht nur sehr einfach, sondern sie stimmt mit der Wirklichkeit auch insofern überein, als man Retinalbilder, welche optische Instrumente von sehr nahen Gegenständen liefern, gewöhnlich in die Entfernung verlegt, in welcher man kleinere Objecte zu betrachten pflegt. So sind denn auch die Zeichnungen, welche verschiedene Beobachter von gleich stark vergrösserten microscopischen Präparaten entwerfen, in ihrer Grösse gewöhnlich nicht sehr verschieden. Da wir aber wissen, dass der Ausdruck: deutliche Sehweite nicht richtig ist, so wählen wir dafür den Ausdruck: **Projectionsweite.**

Aehnlich wie bei der Vergrösserung der Microscope verfährt man bei der Loupe. Die Wirkung der einfachen Loupe besteht bekanntlich darin, dass sie den Strahlen, welche von einem innerhalb ihrer Brennweite liegenden Objecte kommen, eine Richtung giebt, als kämen sie von einem grösseren, weiter davon entfernten Objecte her. (Fig. 28).

Das betrachtete Object b wird dabei dem Auge so nahe gebracht, dass dasselbe ohne Hülfe des Convexglases kein scharfes Retinalbild davon erhalten würde. Es ergiebt sich also von selbst, dass in diesem Falle die Berechnung der Vergrösserung aus dem Verhältniss des mit und des ohne optisches Instrument entworfenen Retinalbildes nicht so einfach kann durchgeführt werden, wie bei

Fig. 28.



einem Fernrohre, oder einem Microscope mit grosser Entfernung des Oculars vom Objective. Man schlägt deshalb den bei den Microscopen angegebenen Weg ein, d. h. man vergleicht die Grösse, in welcher das Object durch die Loupe erscheint, mit derjenigen, in welcher es in einer Entfernung erscheinen würde, auf welche man noch deutlich sieht. Mit andern Worten, man projicirt das Retinalbild auf die angenommene Projectionsweite.

Nach WUNDT[1]) verfährt man bei der Berechnung auf folgende Weise: Die Loupe L (Fig. 28) würde von dem Objecte b ein virtuelles Bild B geben, welches sich zu seinem Objecte verhält, wie seine Entfernung p' von der Loupe zu der p des Objectes von der Loupe; also

$$\frac{B}{b} = \frac{p'}{p}$$

Dies wäre, von der Loupe aus betrachtet, der Ausdruck für die Vergrösserung G. Für p' und p hat man die bekannte Formel:

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

Worin f = Brennweite der Loupe; $\frac{1}{p'}$ negativ, weil das Bild auf der gleichen Seite des Convexglases liegt, wie das Object. Aus der Formel ergiebt sich:

$$p = \frac{p' \cdot f}{p' + f}$$

Ersetzt man darin den Werth von p' durch die Entfernung $S'L$ in welche man das vergrösserte Bild B' verlegt, d. h. durch die Entfernung P vom Auge resp. $P-e$ von der Loupe, wenn letztere um e von ersterem absteht, dann wird

$$p = \frac{(P-e) \cdot f}{P-e+f}$$

Dies in die Formel für die Vergrösserung eingeführt giebt:

$$G = \frac{B'}{b} = \frac{P-e+f}{f}$$

1) WUNDT, Physique médicale, trad. p. MONOYER. pag. 368.

oder

$$G = \frac{p-e}{f} + 1$$

Vernachlässigt man darin die Entfernung e der Loupe vom Auge, so wird

$$G = \frac{p}{f} + 1;$$

und wenn f im Verhältniss zu P sehr klein ist, so kann man auch das 1 weglassen, und die Vergrösserung wäre einfach gleich der Projectionsweite dividirt durch die Brennweite des Convexglases:

$$G = \frac{p}{f}.$$

Giraud-Teulon[1]) prüfte die Frage nach der Loupenvergrösserung experimentell mit Hülfe der Methode *à double vue*; d. h. er versuchte, in wie weit die berechnete Vergrösserung der Vergrösserung entspreche, welche man erhält, wenn man mit einem Auge durch die Loupe auf ein Object, mit dem andern direct nach einem in der angenommenen Projectionsweite liegenden Massstabe blickt. Er fand dabei, wie sich erwarten liess, dass diese Prüfungsmethode nur dann durchführbar sei, wenn das virtuelle Loupenbild selbst in der Projectionsfläche liegt. Ist die Differenz in der Entfernung beider vom Beobachter sehr gross, so kann derselbe nicht beide gleichzeitig scharf sehen, weil er mit dem einen Auge stärker accommodiren müsste, als mit dem andern. Beim monocularen Sehen dagegen scheint das Auge, welches durch eine starke Loupe blickt, seine Accommodation nicht zu berücksichtigen, und verlegt das vergrösserte Bild ziemlich constant in eine Entfernung von ca. 40 Cm.

Bei den meisten Berechnungen der Loupenvergrösserung wird das Auge, unter Vernachlässigung seiner Entfernung vom Convexglase, in das optische Centrum desselben versetzt. Daher hört man denn auch hie und da die Behauptung, es beruhe die Wirkung der Loupe lediglich darauf, dass sie eine grössere Annäherung der Objecte ans Auge gestatten. Als Beweis dafür führt man an, dass ein Object in gleicher Nähe durch einen Nadelstich betrachtet, ebenso vergrössert erscheine, wie durch eine Loupe. Daraus sollte dann folgen, dass eigentlich gar keine Vergrösserung bestehe, sondern dass der Gesichtswinkel und das Retinalbild einfach der Annäherung des Objectes ans Auge entsprechend vergrössert seien. Dies ist natürlich nicht richtig: Was uns hindert, die Objecte in grosser Nähe scharf zu sehen, ist der Mangel an Accommodation. Nun wissen wir aber, dass die Wirkung eines vor das Auge gesetzten Glases auf die Grösse der Retinalbilder eine ganz andere ist, als die der entsprechenden Accommodation. (Vergl. § 6: Einfluss der Hülfslinsen auf die Sehschärfe). Man kann sich davon direct überzeugen, wenn man ein Object in einer Entfernung, für welche man noch accommodiren kann, ohne und mit einer Loupe betrachtet. Man vergl. auch Fig. 28. Der Gesichtswinkel rks, unter welchem das Object b erscheinen würde, wenn noch Accommodation möglich wäre, ist von dem Gesichtswinkel RkS, unter welchem das Object durch die Loupe erscheint, ebenso verschieden, wie das dem ersteren entsprechende Retinalbild $r\sigma$ von dem des letzteren $\rho\sigma$, und würde es noch mehr sein, wenn wir die Differenz in der Lage des Knotenpunctes berücksichtigen, welcher durch das Convexglas mehr nach vorn gerückt

[1]) Giraud-Teulon, Note sur la grandeur apparente des Objects vus au moyen des instruments d'optique etc.

wird, als durch die Accommodation[1]). Es ist also die Behauptung, Gesichtswinkel, sowie Retinalbild eines Objectes bleiben mit und ohne Loupe für die gleiche Entfernung des Objectes dieselben, nur in dem Falle richtig, wenn man das Auge mit dem optischen Centrum der Loupe zusammenfallen lässt, resp. wenn man die Loupe ins Auge selbst verlegt. Dies ist bei der Accommodation der Fall, und darum sprechen wir auch, soweit unsere Accommodation reicht, nicht von Vergrösserung, obschon die Retinalbilder dabei grösser werden. Das Grössersehen durch einen Nadelstich im Kartenblatt beweist auch für unsern Fall gar nichts, indem dies Sehen kein normales Sehen ist, und die dabei entstehende Vergrösserung mehr von der Entfernung der feinen Oeffnung vom Auge, als von der des Objectes vom Auge abhängt[2]).

Will man bei der Berechnung der Loupenvergrösserung mathematisch richtig verfahren, so darf man sich auch nicht der oben angeführten Rechnungsweise bedienen, sondern man wird Loupe und Auge zusammen als ein dioptrisches System betrachten, und die Grösse des Bildes berechnen, welches dasselbe von einem gegebenen Objecte auf der Retina entwirft. Dies Bild, verglichen mit demjenigen, welches dasselbe Object aus einer allgemein angenommenen Entfernung entwirft, oder, was dasselbe ist, die Grösse des Objectes, verglichen mit der auf die angenommene Entfernung projicirten Grösse des Loupenbildes, ergiebt dann die richtige Vergrösserung.

Ist die Grösse des Retinalbildes $= \beta$, seine Entfernung vom Knotenpuncte $= G''$, die Grösse seiner Projection $= B$ und ihre Entfernung vom Knotenpuncte (Projectionsweite) $= P$, dann besteht zwischen diesen Grössen das einfache Verhältniss:

$$\frac{B}{\beta} = \frac{P}{G''}$$

denn B und β bilden die entsprechenden Seiten zweier ähnlicher Dreiecke, deren Spitzen im Knotenpuncte zusammenstossen. (Vergl. Fig. 29.)

Nun wählt man bei Loupen und Microscopen gewöhnlich eine Projectionsweite von 250 bis 300 Mm. Also würde die Projection eines Retinalbildes

$$\frac{B}{\beta} = \frac{250}{G''} \text{ oder} = \frac{300}{G''}$$

Das G'', im ruhenden emmetropischen Auge 15 Mm., wird bei der Projection auf 250 oder 300 Mm. etwas länger, weil bei der dazu nöthigen Accommodation der Knotenpunct etwas nach vorn rückt. Diese Veränderung in der Lage des Knotenpunctes für ein reducirtes Auge als Verkürzung des Radius der brechenden Fläche berechnet, wäre für 250 Mm. $= 0{,}3$ Mm., also $G'' = 15{,}3$ Mm.

$$\frac{B}{\beta} = \frac{250}{15{,}3} = 16{,}3$$

Für die Accommodation auf 300 Mm. würde $G'' = 15{,}25$ Mm.

$$\frac{B}{\beta} = 19{,}6$$

Da nun aber einerseits die Projectionsweite bis zu einem gewissen Grade willkürlich gewählt ist, da die Berechnung der accommodativen Veränderung mit Hülfe des reducirten Auges nicht vollkommen der Wirklichkeit entspricht, und

1) Wundt l. c. u. Schweigger, Handb. d. Augenheilkd. p. 101.
2) Helmholtz, Phys. Opt. p. 96.

die dabei stattfindende Verschiebung des Knotenpunctes jedenfalls unbedeutend ist, so dürfen wir sie für diesen Fall wohl vernachlässigen. Wir nehmen dann für $G'' = 15$ Mm., als Projectionsweite = 30 Cm. an. Auf diese Weise erhalten wir für die Vergrösserung des Retinalbildes

$$\frac{B}{\beta} = \frac{300}{15} = 20$$

und für B die runde Zahl 20 β.

§ 57. **Vergrösserung des aufrechten Bildes.** Offenbar haben wir bei der Untersuchung im aufrechten Augenspiegelbilde gerade dieselben Verhältnisse, wie bei einer Loupe: Die Loupe wird dargestellt durch die dioptrischen Medien des untersuchten Auges[1] sammt eventuell gebrauchten Correctionsgläsern, das Object bildet der *Fundus oculi* desselben. Dieser liegt auch, wie bei einfachen Microscopen, dem untersuchenden Auge so nahe, dass dasselbe ohne optische Hülfsmittel keine scharfen Bilder davon erhalten könnte. Wir werden deshalb bei der Berechnung der Vergrösserung des aufrechten Augenspiegelbildes gerade so verfahren, wie bei der Loupe: Wir werden die Grösse des Retinalbildes berechnen, welche das untersuchende Auge vom Fundus des untersuchten erhält, und diese vergleichen mit den Retinalbildern, welche dieselben Objecte aus der Projectionsweite liefern würden, resp. wir werden das berechnete Retinalbild in die für Loupen und Microscope angenommene Entfernung projiciren und mit der wirklichen Grösse des Objectes vergleichen.

Wir legen allen den folgenden Betrachtungen das von Donders reducirte Listing'sche Auge zu Grunde, und wählen folgende Bezeichnungen:

A = untersuchendes Auge.
C = untersuchtes Auge.
F' = vordere Brennweite des emmetropischen Auges, = 15 Mm.
F'' = hintere Brennweite des emmetropischen Auges, = 20 Mm.
G'' = Entfernung des Knotenpunctes von der Retina im emmetropischen Auge, = 15 Mm., = F'.
G' = Entfernung des Knotenpunctes vom vordern Brennpunct im emmetropischen Auge, = 20 Mm., = F''.
g' = Entfernung eines Objectes vom Knotenpuncte des corrigirten untersuchenden Auges.
g'' = Entfernung zwischen Knotenpunct und Retina im corrigirten untersuchenden Auge.
γ' und γ'' die entsprechenden Entfernungen für das untersuchte ametropische Auge.
b = Grösse des Objectes auf der Retina des untersuchten Auges, = 1.
X = Bild desselben für ametropische Augen.
β = Grösse des Bildes auf der Retina des Untersuchers.
B = Grösse des auf die Entfernung P projicirten Bildes.
P = Projectionsweite.
Ausserdem rechnen wir $1'' = 27{,}07$ Mm.

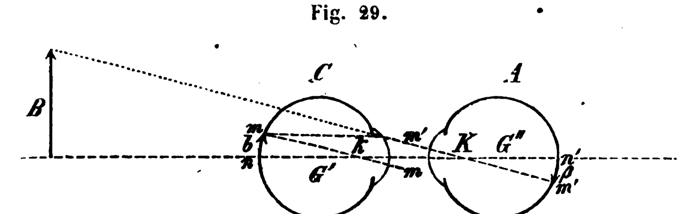
---

1) Am ehesten lässt sich das Auge mit einer Stanhope'schen Loupe vergleichen. Diese besteht aus einem Stück Glas mit convexer Vorder- und Hinterfläche. Die letztere liegt im Focus der ersteren. Die zu betrachtenden Objecte werden auf die hintere Fläche aufgeklebt.

a. Untersuchendes und untersuchtes Auge seien emmetropisch und accommodationslos.

Alle vom Objecte *b* des untersuchten Auges *C* ausgehenden Strahlen sind nach ihrem Austritte aus dem Auge parallel. So fallen sie auf das Auge *A*, welches parallele Strahlen auf seiner Retina vereinigt. Es ist ausserdem das Bild β grade so gross wie sein Object *b*, wie aus nebenstehender Construction sofort erhellt. Der Punct *n* des Objectes, welcher in der Axe liegt, wird auch im untersuchenden Auge auf der Axe in *n'* abgebildet. Von einem andern Puncte *m*

Fig. 29.



des Auges *C* geht ein Strahl *m m* durch den Knotenpunct *k*, also ungebrochen, durch. Alle andern vom gleichen Puncte ausgehenden Strahlen verlaufen, ausserhalb des Auges, diesem Strahle parallel. Einer davon, *m' m'*, wird durch den Knotenpunct *K* des Auges *A* ungebrochen gehen und auf der Retina desselben den Punct *m'* bezeichnen, wo sich alle von *m* kommenden Strahlen vereinigen. Nun sind die Winkel *m k n* und *m' K n'*, welche die Parallelen *m m* und *m' m'* mit der Axe bilden, gleich. Ebenso sind aber auch gleich die denselben Dreiecken angehörenden Winkel *m n k* und *m' n' K*. Da aber beide Augen emmetropisch, so ist in beiden die Entfernung von Knotenpunct zur Retina $= G''$, also die △△ *n k m* und *n' K m'* congruent, also $b = \beta$.

Hat also das Object die Grösse 1, so wird sein Bild auch = 1, und seine Projection auf 300 Mm. $B = \frac{300}{15}, = 20$. Denn β und *B* sind die entsprechenden Seiten zweier ähnlicher Dreiecke, die im Knotenpuncte *K* des Auges *A* unter Scheitelwinkeln zusammenstossen; also verhält sich $B : \beta$ wie seine Entfernung vom Knotenpuncte zu derjenigen von β zum Knotenpuncte, also $= P : G'', = 300 : 15$.

b. Das untersuchte Auge sei hypermetropisch, das untersuchende emmetropisch.

Ist das untersuchte Auge hypermetropisch durch Verkürzung seiner Axe, dann treten die von seiner Retina kommenden Strahlen so divergent aus, als kämen sie von einem grössern, aufrechten Objecte hinter dem Auge her. Für das untersuchende Auge wird also das virtuelle, aufrechte Bild der Retina des untersuchten Auges zum Objecte. Da aber ein ruhendes emmetropisches Auge solche Strahlen nicht auf seiner Retina vereinigen kann, so muss es sich durch ein vorgesetztes Convexglas so myopisch machen, dass sein Fernpunct gerade da liegt, wo das virtuelle Bild des untersuchten Auges. Dann kann von diesem ein Bild auf seiner Retina entstehen, und dies Bild projicirt man nach aussen, auf 300 Mm., um die Vergrösserung des zugehörigen Objectes zu finden.

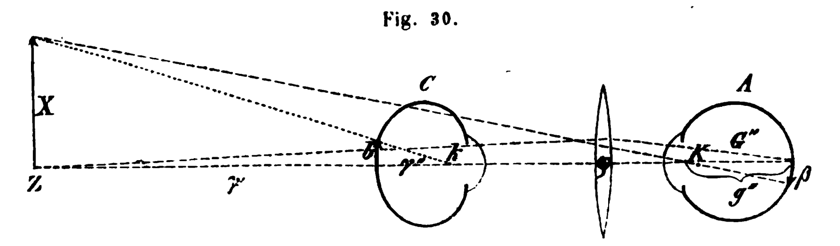
Nehmen wir ein Beispiel (Fig. 30):

A sei emmetropisch,

C habe Hypermetropie $\frac{1}{10}$.

Die von der Retina des untersuchten Auges C kommenden Strahlen sind so divergent, als kämen sie aus einer Entfernung γ', = 10 Zoll, = 270,7 Mm. hinter dem Knotenpuncte dieses Auges her.

Fig. 30.



Ein Object b der Retina würde also dort ein virtuelles Bild X entwerfen. Wie gross ist dieses? — Offenbar verhält es sich zu seinem Objecte, wie seine Entfernung vom Knotenpuncte zu der des Objectes von demselben, also:

$$\frac{X}{b} = \frac{\gamma'}{\gamma''} = \frac{270,7}{\gamma''} \qquad 1)$$

und, da $b = 1$:

$$X = \frac{\gamma'}{\gamma''} = \frac{270,7}{\gamma''}.$$

γ'' ist aber in unserem Falle kürzer als bei Emmetropie, und zwar finden wir seine Grösse nach der Formel:

$$\gamma'' = \frac{\gamma' . G''}{\gamma' - G'} \; ^{1})$$

In unserem Falle ist γ', die Entfernung des virtuellen Bildes, negativ, also wird die Formel:

$$\gamma'' = \frac{-\gamma' . G''}{-\gamma' - G'}. \qquad 2)$$

$$\gamma'' = \frac{270,7 . 15}{270,7 + 20} = 13,96 \text{ Mm.}$$

Setzen wir diesen Werth in unsere obige Formel für X, so haben wir

$$X = \frac{270,7}{13,9} = 19,3.$$

Dasselbe würde sich auch ergeben, wenn wir das γ'' in Formel 1) einfach ersetzen würden durch seinen Ausdruck in Formel 2). Wir erhielten dann:

$$\frac{X}{b} = \frac{\gamma' (-\gamma' - G')}{-\gamma' G''}$$

$$\frac{X}{b} = \frac{-\gamma' - G'}{-G''} = \frac{270,7 + 20}{15} = \frac{290,7}{15};$$

also $X = 19,3$.

1) Donders Anomalien der Refraction und Accomodation. p. 38 und 61.

Anmerkung. Man kann das γ'' auch auf anderem Wege finden, nämlich gerade so, wie man die Verschiebung des Knotenpunctes durch Hülfslinsen berechnet. (Donders l. c. pag. 151 und Idem, Einfluss der Hülfslinsen auf Sehschärfe. Arch. f. Ophth. XVIII. II. p. 250. 1873.) Die Formel für die Verkürzung des Bulbus bei H oder für die Verlängerung bei M lautet dann einfach $\eta = \frac{F'.F''}{F} = \frac{300}{F}$, worin F = Brennweite des Glases, welches 20 Mm. vor dem Knotenpuncte die Ametropie corrigirt: γ'' ist dann bei $H = 15 - \eta$, bei $M = 15 + \eta$. (Vergl. § 6. Einfluss der Hülfslinsen auf die Sehschärfe.)

Dies X ist also das Object, welches das Auge A betrachtet und von welchem aus die Strahlen divergiren. Wie gesagt, kann dies emmetropische Auge divergente Strahlen nicht auf seiner Retina vereinigen. Es muss sich ein Convexglas vorsetzen, und zwar muss das Convexglas, wenn es um 1 Zoll vom Knotenpuncte des Auges C entfernt steht, eine Brennweite haben von $10 + 1, = 11$ Zoll, $=$ 297,77 Mm.; denn die Strahlen, welche, vom Knotenpuncte an gerechnet, aus einer Entfernung von 10 Zoll divergiren, divergiren um einen Zoll weiter, von 11 Zoll her.

Durch dies Convexglas wird aber das emmetropische Auge A myopisch, sein Knotenpunct rückt nach vorn und zwar, wenn das Correctionsglas, wie gewöhnlich, 15 Mm. vor der vereinigten Hauptebene, resp. der Cornea des reducirten Auges steht, um die Grösse:

$$\eta = \frac{F' \cdot F''}{F} \; ^{1)} \qquad 3)$$

worin F' und F'' die oben angegebenen Werthe haben, F gleich ist der Brennweite der im vorderen Brennpuncte, also 13 Mm. vor der Cornea des wirklichen Auges stehenden Linse. Also wird in unserem Falle: $\eta = \frac{300}{297,77} = 1,0$ Mm., und die Entfernung von Knotenpunct zur Retina: $g'' = 15 + 1 = 16$ Mm.

In diesem neuen Knotenpuncte kreuzen sich die Richtungsstrahlen, welche von dem imaginären Objecte X zu den entsprechenden Puncten seines Bildes β auf der Retina des untersuchenden Auges gehen. Es verhält sich also wieder $\beta : X = g''$ zu der Entfernung von X bis zum Knotenpuncte $= 297,77 + 19 =$ 316,77.

$$\frac{\beta}{X} = \frac{g''}{316,77};$$

woraus $\beta = \frac{19,3 \cdot 16}{316,77} = 0,97$ Mm.

Dies ist also das Retinalbild, dessen Projection auf 30 Cm. in oben angegebener Weise die Vergrösserung des Objectes b angiebt. Wir haben also, wenn wir das projicirte Bild B nennen:

$$\frac{B}{\beta} = \frac{300}{15} = 20.$$

$$\text{Also: } B = 20 \cdot 0,97$$

$$B = 19,4.$$

Dies ist die Vergrösserung des aufrechten Bildes für Hypermetropie $\frac{1}{10}$, die auf Verkürzung der Bulbusaxe beruht.

Wäre die Hypermetropie, bei gleicher Axenlänge, wie im emmetropischen Auge, Folge von geringerer Brechkraft, d. h. in unserem Beispiele von schwächerer Krümmung der brechenden Fläche des reducirten Auges, dann würden sich die Verhältnisse etwas ändern.

Zur Berechnung des Radius der brechenden Fläche eines Auges von 20 Mm. Länge und $H = \frac{1}{10}$ benutzen wir die Formel 3) in Helmholtz, Phys. Optik pag. 44:

$$\frac{n''}{g'} + \frac{n'}{g''} = \frac{n'' - n'}{r}.$$

---

1) Donders: Practische Bemerkungen über den Einfluss von Hülfslinsen auf die Sehschärfe. Arch. f. Ophth. XVIII. II. p. 250. 1873.

Darin ist g' wiederum die Entfernung des Knotenpunctes (Centrum der Krümmung) von dem Fernpuncte des Auges; in unserem Falle, weil bei Hypermetropie, negativ.

Also $g' = -10'' = -270{,}7$ Mm.

g'' = Entfernung des Knotenpunctes von der Retina, also $= f'' - r$, wenn f'' die Bulbuslänge bedeutet. Also in unserem Falle:

$g'' = 20 - r$.

r der gesuchte Radius der brechenden Fläche,

$$n' \text{ wie oben} = 1,$$

$$n'' = \tfrac{4}{3}.$$

Da g' negativ, wird unsere Formel:

$$\frac{n'}{g''} - \frac{n''}{g'} = \frac{n''-n'}{r},$$

$$\text{woraus: } r = \frac{\sqrt{g' f''' + (g'-f'')^2} - (g' - f'')}{2}.$$

Setzen wir unsere Werthe ein, so wird:

$r = 5{,}3$ Mm.

Also: $g'' = 14{,}7$ Mm.

Setzen wir dies g'' für γ'' in unsere Formel 1) für X, dann haben wir:

$$X = \frac{270{,}7}{14{,}7} = 18{,}41.$$

Die Verhältnisse des untersuchenden Auges bleiben dieselben.

Also wird: $\beta = \frac{18{,}41 \cdot 16}{316{,}77} = 0{,}930$.

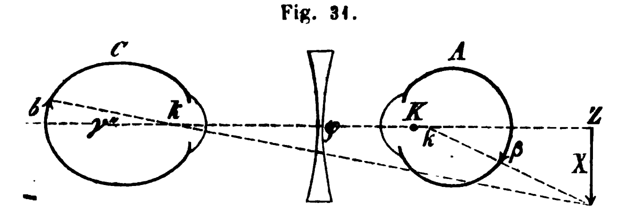
Also: B 20 = . 0,93 = 18,6.

Es verhält sich demnach die Vergrösserung im aufrechten Bilde eines durch Abnahme der Brechkraft hypermetropischen Auges von $\frac{1}{10}$ zu der eines durch Axenverkürzung hypermetropischen Auges von gleichem Grade, wie 18,6 : 19,4 = 1 : 1,04.

c. Das untersuchte Auge sei myopisch, das untersuchende emmetropisch.

Aus dem myopischen Auge treten die Strahlen convergent nach seinem Fernpunct aus. So treffen sie auf das emmetropische Auge des Untersuchers, welcher convergente Strahlen nicht auf seiner Retina zur Vereinigung bringen kann. Er muss sich also durch ein vorgesetztes Concavglas hypermetropisch machen, und zwar so stark hypermetropisch, dass sein negativer Fernpunct gerade da liegt, wo der positive des myopischen untersuchten Auges. Dann vereinen sich die aus letzterem tretenden Strahlen zu einem Bilde auf seiner Retina, dessen Object also eigentlich das reelle Bild ist, welches das myopische Auge in seinem Fernpunct entwirft. Das Retinalbild in dem untersuchenden Auge projiciren wir dann auf 30 Cm.

Fig. 31.



Nehmen wir an (Fig. 31), C habe eine Myopie von $\frac{1}{10}$, dann steht sein Knotenpunct

$$\text{um } \gamma'' = \frac{\gamma' \cdot G''}{\gamma' - G'} \text{ vor der Retina;} \qquad 4)$$

$$\text{also: } \gamma'' = \frac{270,7 \cdot 15}{270,7 - 20} = 16,19 \text{ Mm.}$$

Die Grösse des Bildes X, welches also vom Objecte b in der Entfernung von 270,7 Mm. entstehen würde, ist wieder aus der Formel zu finden:

$$\frac{X}{b} = \frac{\gamma'}{\gamma''} = \frac{270,7}{16,1};$$

und da $b = 1$, so wird $X = \frac{\gamma'}{\gamma''} = \frac{270,7}{16,1} = 16,7.$

Dies ist also das imaginäre Object für das Auge A. Da sich aber die dasselbe bildenden convergenten Strahlen erst hinter A vereinigen würden, so muss sich A durch ein Concavglas so hypermetropisch machen, dass es diese convergenten Strahlen auf seiner Retina vereinen kann. Steht das Correctionsglas 1 Zoll vom Knotenpuncte des untersuchten Auges C entfernt, dann muss es eine Stärke haben von $^1/_9$, d. h. eine Brennweite von 243,63 Mm.

Durch eine solche Linse, aufgestellt im vordern Brennpunct (15 Mm. vor der (Cornea), verschiebt sicht der Knotenpunct dieses Auges bis x nach hinten um:

$$\eta = \frac{300}{243,63} = 1,2 \text{ Mm.}$$

Also wird die Entfernung des Knotenpunctes von der Retina:

$$g'' = 15 - 1,2 = 13,8 \text{ Mm.}$$

Die Grösse β aber des auf diese Weise entstandenen Bildes auf der Retina des Auges A verhält sich zu der Grösse seines Objectes X wieder wie die entsprechenden Entfernungen vom Knotenpuncte zu einander:

$$\frac{\beta}{X} = \frac{g''}{kZ}$$

$$\frac{\beta}{16,7} = \frac{13,8}{222,43}.$$

Also: $$\beta = \frac{13,8 \cdot 16,7}{222,43} = 1,028.$$

Fragen wir nach der Projection dieses Bildes auf 30 Cm., so haben wir für diese Grösse B wieder einfach die Formel $\frac{B}{\beta} = \frac{300}{15}$, d. h. wir multipliciren einfach $\beta = 1,028$ mit 20, und erhalten für die Vergrösserung den Werth $B = 20,56$.

Beruht die Myopie des untersuchten Auges nicht auf Bulbusverlängerung, sondern auf Zunahme der Brechkraft, dann berechnen wir, in analoger Weise, wie bei Hypermetropie, die Verkürzung des Radius, die erforderlich ist, um einem Auge von 20 Mm. Länge eine Myopie von $\frac{1}{10}$ zu geben.

Wir finden dann:

$$r = \frac{\pm \sqrt{(f'' + \gamma')^2 - \gamma' f''} + f'' + \gamma'}{2}$$

$$r = \frac{\pm \sqrt{(20 + 270,7)^2 - 20 \cdot 270,7} + 20 + 270,7}{2}$$

$$r = 4,7 \text{ Mm.}$$

Also: $$\gamma'' = 15,3 \text{ Mm.}$$

Daraus: $$X = \frac{270,7}{15,3} = 17,69.$$

Also: $\beta = \frac{13,8 \,.\, 17,69}{222,43.} = 1,09.$

und $B = 20 \,.\, 1,09 = 21,8.$

Es verhält sich also die Vergrösserung im aufrechten Bilde eines durch Axenverlängerung myopischen Auges von $M \frac{1}{10}$ zu der eines durch Zunahme der Brechkraft gleich myopischen, wie

$$20,56 : 21,8 = 1 : 1,06.$$

Ist der Untersucher selber ametropisch, so muss er — gerade wie bei der Bestimmung der Refraction mit Hülfe des aufrechten Bildes — erst seine Refractionsanomalie corrigiren, und dann die Berechnungen machen.

Wir haben also gefunden, dass das aufrechte Bild eines emmetropishen Auges auf 30 Cm. projicirt, 20mal vergrössert ist, während bei Hypermetropie die Vergrösserung geringer, bei Myopie stärker ist; ferner, dass die Vergrösserung in einem durch Verkürzung der Axe hypermetropischen Auge bedeutender ist als in einem durch Abnahme der Brechkraft gleich hypermetropischen; während ein durch Axenverlängerung myopisches Auge eine geringere Vergrösserung des aufrechten Bildes ergiebt als ein durch Zunahme der Brechkraft gleich myopisches.

Will man nicht die Vergrösserung, d. h. das Verhältniss des durch die dioptrischen Medien des Auges beobachteten Fundus zu seiner wirklichen Grösse, sondern nur den Gesichtswinkel kennen, unter welchem derselbe dem Untersucher erscheint, so kann man sich nach SCHWEIGGER [1]) folgender einfacher Berechnung bedienen: Wir behalten unsere bisherigen Bezeichnungen bei, und wählen ein beliebiges Object b des untersuchten Fundus. (SCHWEIGGER nimmt dafür den Durchmesser der Papille, und giebt ihm eine Länge von 1,5 Mm.)

A. Bei Emmetropie, wo das Retinalbild des Untersuchers gleich dem Objecte, und keine Hülfslinse nöthig, wird der Gesichtswinkel $< Y$ als Tangente

ausgedrückt, $= \frac{b}{G''}$

in Graden $= \frac{b \,.\, 180}{G'' \,.\, \pi}$

B. Bei Hypermetropie, wenn die Entfernung des corrigirenden Convexglases vom Knotenpuncte des untersuchten Auges $= d$ und die Grösse des im negativen Fernpuncte desselben gedachten virtuellen Bildes $= X$, dann erscheint dem Untersucher das Object b unter dem Winkel $\frac{X}{\gamma' + d}$ als Tangente.

Da aber $X = \frac{b \,.\, \gamma'}{\gamma''}$ wie wir oben gesehen,

so wird der Winkel $= \frac{b \,.\, \gamma'}{\gamma'' (\gamma' + d)}$

in Graden $= \frac{b \,.\, \gamma' \,.\, 180}{\gamma'' (\gamma' + d) \pi}$

Es nimmt also der Gesichtswinkel für dasselbe Object b des Fundus des hypermetropischen Auges ab mit der Zunahme von d, d. h. mit der Entfernung des Convexglases von untersuchten Auge. Oder da das Convexglas, je weiter es vom Auge absteht, um so schwächer sein muss, so nimmt also der Gesichtswinkel ab mit der Zunahme der Brennweite des Convexglases.

Da ferner γ'' bei Axenhypermetropie kleiner ist, als bei Krümmungshypermetropie gleichen Grades, (also bei gleichem Werthe von γ'), so wird im ersten Falle der Gesichtswinkel grösser sein, als im letzteren.

1) SCHWEIGGER, Handbuch d. spec. Augenheilkunde pag. 93 u. f.

C. Bei **Myopie**, wenn die Entfernung des Correctionsglases vom Kn- puncte des untersuchten Auges $= d$; die Grösse des im Fernpuncte entste- den umgekehrten Bildes von $b = X$; so wird für den Beobachter die Tan- des Gesichtswinkels des Objectes $b = \frac{X}{\gamma' - d}$

Substituirt man für X seinen Werth $\frac{b \cdot \gamma'}{\gamma''}$

so wird der Winkel $= \frac{b \cdot \gamma'}{\gamma'' (\gamma' - d)}$

in Graden $= \frac{b \cdot \gamma' \cdot 180}{\gamma'' (\gamma' - d) \cdot \pi}$

Hieraus folgt, dass der Gesichtswinkel für die gleiche Objectsgrösse z nimmt mit d; d. h. mit der Entfernung des Correctionsglases von untersuch Auge; oder da das Concavglas um so stärker sein muss, je weiter es vom A entfernt ist, so steht also der Gesichtswinkel in umgekehrtem Verhältniss zu Brennweite des Correctionsglases.

Da ferner für gleiche Fernpunctslage (γ') γ'' bei Axenmyopie grösser ist bei Krümmungsmyopie, so zeigt die obige Formel, dass der Gesichtswinkel selben Objectes bei Axenmyopie kleiner ist, als bei Krümmungsmyopie. Vg auch: Einfluss der Hülfslinsen auf die Sehschärfe, § 6.)

Wir sehen, dass die Resultate der Berechnung des Gesichtswinkels des rechten Bildes im Principe dieselben sind, wie sie sich aus unserer Berechn der Vergrösserung ergeben haben. Wollte man die Vergrösserung mit Hülfe Gesichtswinkel ausdrücken, so müsste man die eben gefundenen Winkel gleichen mit dem Gesichtswinkel, unter welchem das Object b ohne Dazwisch kunft des dioptrischen Apparates des beobachteten Auges in der allgemein an- nommenen Projectionsweite erscheinen würde. Wäre letzterer Winkel $=$ ersterer $= Y$, dann würde die Vergrösserung $= \frac{Y}{v}$, und die Resultate wür- mit den unsrigen vollkommen übereinstimmen, da bei unseren Berechnungen Retinalbilder gleich sind den Tangenten der Gesichtswinkel.

§ 58. **Die Vergrösserung im umgekehrten ophthalmoscopischen Bilde.** Das um- gekehrte Augenspiegelbild ist ein **reelles Bild**. Es hat also eine absol Grösse, die man, wie jeden andern Gegenstand, direct messen, oder, unabhä von einer beliebig gewählten Projectionsweite, berechnen kann.

Wir entwerfen das umgekehrte Bild mit Hülfe eines vor das untersuc Auge gehaltenen Convexglases, und stellen uns bei der Berechnung seiner Grö am besten zwei Fragen:

1) Wo entsteht das umgekehrte Bild?

2) Wie gross ist es?

Da wir Ort und Grösse des Objectes kennen, so liegt die Antwort auf d erste Frage in der bekannten Formel für Convexlinsen:

$$\frac{1}{\xi} = \frac{1}{\Phi} - \frac{1}{a}$$

$$\xi = \frac{a \Phi}{a - \Phi}$$

worin ξ ist die Entfernung des Bildes von der Linse, a die Entfernung des Ob- jectes von der Linse, und Φ die Brennweite derselben.

Ebenso einfach beantwortet sich die zweite Frage mit der andern Linsenformel:

$$x : X = \xi : a$$

$$x = \frac{X \cdot \xi}{a} \qquad 6)$$

worin x die Grösse des Bildes, X die Grösse des Objectes, ξ wieder die Entfernung des Bildes und a die des Objectes von der Linse bezeichnet.

Wir behalten im Uebrigen die obigen Bezeichnungen bei, und nennen die Brennweite unseres Convexglases $= \Phi$, die Entfernung des umgekehrten Bildes von demselben $= \xi$, das umgekehrte Bild $= x$, die Entfernung des Convexglas vom Knotenpuncte $= d$.

Wie oben bemerkt, halten wir das Convexglas so weit vor das untersuchte Auge, dass die Pupillarebene desselben ungefähr in seinem Brennpuncte liegt.

α. Das untersuchte Auge sei emmetropisch und accommodationslos.

Die vom Fundus des Auges kommenden, parallel austretenden Strahlen, werden von dem Convexglase zu einem umgekehrten Bilde vereinigt, und zwar in dessen Brennpunct, wie denn auch aus Formel 5) hervorgeht, worin

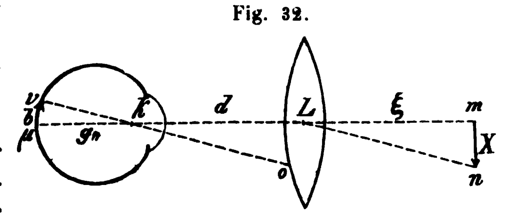
$$a = \infty$$

also $$\frac{1}{a} = o \text{ wird.}$$

Also ist in diesem Falle: $$\xi = \Phi. \qquad 7)$$

Die Entfernung des Glases vom Auge hat hierauf gar keinen Einfluss, da die austretenden Strahlen überall parallel sind.

Fig. 32.



Die Grösse des umgekehrten Bildes ergiebt sich einfach aus der Figur. Der Fusspunct μ des Objectes b bildet sich jedenfalls in der Axe ab, und zwar im Brennpuncte m des Convexglases. Ein Strahl vom andern Endpuncte ν des Objectes geht ungebrochen durch den Knotenpunct k und fällt in o auf die Convexlinse. Er ist der Richtungsstrahl des dem Puncte ν des Objectes entsprechenden parallelen Strahlenbündels. Ziehen wir ihm parallel, durch das Centrum der Linse L, eine Linie nach der Brennebene hin, so giebt uns diese den Endpunct n des Bildes X.

In den ähnlichen Dreiecken $m\ n\ L$ und $\mu\ \nu\ k$ verhält sich:

$$X : b = \Phi : g''$$

$$X = \frac{b\,\Phi}{g''}$$

und da $$b = 1$$

$$X = \frac{\Phi}{g''} \qquad 8)$$

g'' für Emmetropie $= 15$ Mm.

Also hängt auch die Grösse des umgekehrten Bildes für ein emmetropisches Auge nur von dem Convexglase ab, mit dem man es entwirft. Sie verändert sich proportional der Brennweite desselben.

Nehmen wir beispielsweise Convex $^1/_2$. Dann wird nach 7) das umgekehrte Bild entstehen um die Brennweite, also 54,14 Mm. vom Glase entfernt, und nach 8) eine Grösse haben von:

$$\frac{54,14}{15} = 3,61 \text{ Mm.}$$

Die gleichen Grössen würden sich bei jeder Stellung des gleichen Convexglases ergeben.

b. Das untersuchte Auge sei hypermetropisch.

Das Auge habe, in Folge von Verkürzung seiner Axe, eine Hypermetropie von $\frac{1}{\gamma'}$. Dann verlassen es die von seiner Retina kommenden Strahlen so divergent, als kämen sie von einem γ' hinter dem Knotenpuncte stehenden Objecte X her, dessen Grösse wir oben Formel 1) berechnet haben.

Wir brauchen also das Auge nicht weiter zu berücksichtigen, sondern berechnen einfach Entfernung und Grösse des durch die Linse entworfenen Bildes des Objectes X mit den obigen Linsenformeln.

Aus 5) wird die Entfernung ξ des Bildes von der Linse:

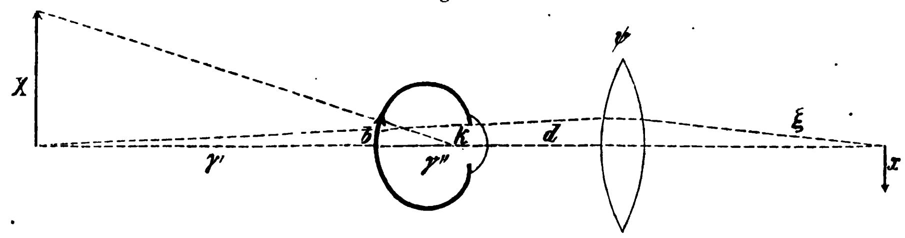
$$\xi = \frac{\Phi\, a}{a - \Phi}$$

a ist in unserem Falle $\gamma' + d$;

also:

$$\xi = \frac{\Phi\,(\gamma' + d)}{\gamma' + d - \Phi} \qquad 9)$$

Fig. 33.



Nach 6) wird die Grösse des umgekehrten Bildes:

$$x = \frac{X \,.\, \xi}{a}$$

mit Hülfe der Formel 9):

$$x = \frac{X \,.\, \Phi\,(\gamma' + d)}{(\gamma' + d - \Phi)\,(\gamma' + d)}$$

$$x = \frac{X \,.\, \Phi}{\gamma' + d - \Phi}. \qquad 10)$$

Das d ist, wie oben bemerkt, die Entfernung des Knotenpunctes des Auges von der Linse. Da aber der Brennpunct der letzteren ungefähr in der Pupillarebene stehen soll, so kann er nur sehr wenig vom Knotenpuncte entfernt sein. Lassen wir ihn mit demselben zusammenfallen, was um so mehr erlaubt ist, als es niemals möglich ist, eine Linse constant so zu halten, dass ihr Focus gerade in der Pupille liegt, dann wird $d = \Phi$.

Also verwandelt sich Formel 9) einfach in

$$\xi = \frac{\Phi(\gamma' + \Phi)}{\gamma'} \qquad 11)$$

oder

$$\xi = \Phi + \frac{\Phi^2}{\gamma'}$$

und Formel 10) in

$$x = \frac{X \cdot \Phi}{\gamma'}.$$

Setzen wir ausserdem für X den Werth, den wir in Formel 1) dafür gefunden, $X = \frac{\gamma'}{\gamma''}$, so haben wir:

$$x = \frac{\Phi}{\gamma''} \text{ [1]} \qquad 12)$$

Daraus geht hervor, dass wir die Grösse des imaginären Objectes X zur Berechnung des umgekehrten Bildes gar nicht zu kennen brauchen, wenn wir nur die Entfernung des Knotenpunctes von der Retina für das ametropische Auge kennen;

ferner, dass die Grösse des umgekehrten Bildes zunimmt mit der Brennweite des Convexglases, und mit der Abnahme von γ'', d. h. der Zunahme der Hypermetropie.

Nehmen wir als Beispiel wieder Hypermetropie $^1/_{10}$, und als Convexglas $^1/_2$, mit dem Brennpunct im vereinigten Knotenpuncte, also:

54,14 Mm. vor k,

und ca. 52 Mm. vor der Pupillarebene.

$\gamma' = 270{,}7$ Mm.

Also, nach Formel 11):

$$\xi = \frac{54{,}14\ (270{,}7 + 54{,}14)}{270{,}7}$$

$$\xi = 64{,}96 \text{ Mm.}$$

und die Grösse des umgekehrten Bildes:

$$x = \frac{54{,}14}{\gamma''}.$$

γ'' haben wir oben mit Formel 2) berechnet und gefunden $= 13{,}97$ Mm. Also wird $x = \frac{54{,}14}{13{,}97} = 3{,}87$ Mm.

Das umgekehrte Bild ist also bei auf Verkürzung der Axe beruhender Hypermetropie $^1/_{10} = 3{,}87$ Mal grösser als bei Emmetropie.

Beruht die Hypermetropie auf Verlängerung des Krümmungsradius, dann wird, da nach unserer obigen Berechnung γ'' in diesem Falle $= 14{,}7$ Mm. beträgt:

$$x = \frac{54{,}14}{14{,}7} = 3{,}68 \text{ Mm.}$$

also kleiner als bei einer Hypermetropie gleichen Grades, die auf Verkürzung der Axe beruht, und zwar wäre das Verhältniss in diesem Falle ($H = {}^1/_{10}$ und Convex $^1/_2$) $= 3{,}68 : 3{,}87 = 1 : 1{,}05$.

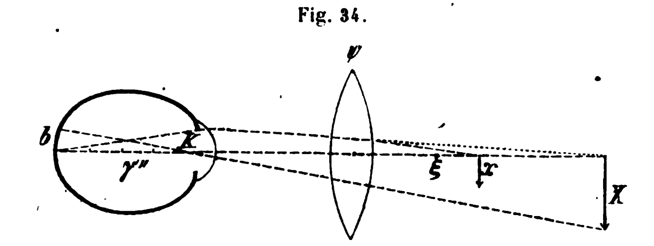
---

[1]) Vergl. Helmholtz, Phys. Optik p. 179 und Giraud-Teulon, De l'influence des lentilles positives et négatives etc. Ann. d'oc. sept. octb. 1869. p. 18.

c. **Das untersuchte Auge ist myopisch durch Verlängerung seiner Axe.**

Hat das Auge eine Axenmyopie $= \frac{1}{\gamma'}$, dann wissen wir, dass

Fig. 34.



schon ohnehin in der Entfernung γ' vor seinem Knotenpuncte ein reelles, umgekehrtes Bild entsteht, dessen Grösse X wir oben (p. 116) berechnet haben.

Aus früher angegebenen Gründen aber ziehen wir es vor, das umgekehrte Bild mit Hülfe eines Convexglases zu entwerfen, und zwar halten wir dasselbe wieder, wie in den vorigen Fällen, entweder so, dass sein Brennpunct mit der Pupillarebene oder dem vereinigten Knotenpuncte zusammenfällt. Ist die Entfernung des Knotenpunctes von der Linse wieder $= d$, so treffen die aus dem Auge kommenden Strahlen so convergent auf die Linse, dass sie ohne diese in $\gamma' - d$ von derselben entfernt ein umgekehrtes Bild X entwerfen würden.

Das Convexglas aber vereinigt die Strahlen früher, noch innerhalb seiner Brennweite, in einem Abstande ξ.

Wir denken uns also wiederum das Auge weg, und beschäftigen uns nur mit diesen zwei Bildern X und x und ihren Entfernungen von der Linse.

Fragen wir erst nach ξ, so wird in der Formel 5) a negativ, weil Object und Bild auf derselben Seite vom Convexglase liegen.

Also da in unserem Falle:

$$a = \gamma' - d$$

$$\frac{1}{\xi} = \frac{1}{\Phi} + \frac{1}{\gamma' - d}$$

$$\xi = \frac{\Phi(\gamma' - d)}{\gamma' - d + \Phi} \tag{13}$$

und nach Formel 6)

$$x = \frac{X \cdot \Phi(\gamma' - d)}{(\gamma' - d + \Phi)(\gamma' - d)}$$

$$x = \frac{X \cdot \Phi}{\gamma' - d + \Phi}$$

Ersetzen wir X durch seine Formel $\frac{\gamma'}{\gamma''}$, so haben wir

$$x = \frac{\gamma' \cdot \Phi}{\gamma''(\gamma' - d + \Phi)} \tag{14}$$

Dieser Formeln 13) und 14) müsste man sich bedienen, wenn man Ort und Grösse des untersuchten Bildes für einen beliebigen Abstand d des Convexglases vom Auge berechnen wollte.

Lassen wir aber den Brennpunct des Convexglases mit dem Knotenpunct des Auges zusammenfallen, dann wird $d = \Phi$, und aus Formel 13):

$$\xi = \frac{\Phi\,(\gamma' - \Phi)}{\gamma'} \qquad 15)$$

oder

$$\xi = \Phi - \frac{\Phi}{\gamma'}$$

aus 14)

$$x = \frac{\Phi}{\gamma''} \qquad 16)$$

Also nimmt bei Myopie die Grösse des umgekehrten Bildes wiederum zu mit der Brennweite des Convexglases und mit der Abnahme von γ'', d. h. mit der Abnahme der Myopie.

Nehmen wir beispielsweise eine Axenmyopie von $^1/_{10}$, und Convex $^1/_2$, mit dem Brennpuncte im Knotenpuncte des Auges.

Die Entfernung von X bis zum Knotenpuncte ist dann 270,7 Mm., von X bis zur Linse 270,7—54,14 = 216,56 Mm. Dies ist unser a in Formel 5).

Also wird aus Formel 15):

Die Entfernung ξ von der Linse und dem Orte des umgekehrten Bildes:

$$\xi = \frac{54{,}14 \,.\, 216{,}56}{270{,}7} = 43{,}312 \text{ Mm.}$$

und aus 16) die Grösse des umgekehrten Bildes:

$$x = \frac{54{,}14}{\gamma''}.$$

Das γ'' kennen wir aus Formel 4):

Es ist für $M = {}^1/_{10} = 16{,}19$ Mm.

also

$$x = \frac{54{,}14}{16{,}19} = 3{,}34 \text{ Mm.}$$

Nehmen wir zum Vergleiche wiederum eine Krümmungsmyopie von $^1/_{10}$, dann ist, wie oben berechnet:

$$\gamma'' = 15{,}3 \text{ Mm.}$$

also wird

$$x = \frac{54{,}14}{15{,}3} = 3{,}54 \text{ Mm.}$$

demnach grösser als bei Axenmyopie und zwar ist das Verhältniss für M $^1/_{10}$ und Convex $^1/_2$ =

$$3{,}34 : 3{,}54 = 1 : 1{,}059.$$

Aus der Vergleichung unserer Fälle geht hervor, was sich schon *a priori* aus der Richtung der Lichtstrahlen erwarten lässt:

Erstens, dass das umgekehrte Bild bei Emmetropie im Brennpuncte des Convexglases, bei Hypermetropie weiter davon entfernt, bei Myopie näher daran entsteht;

Zweitens, dass, *ceteris paribus*, das umgekehrte Bild bei Hypermetropie am grössten, bei Myopie am kleinsten ist, bei Emmetropie in der Mitte liegt.

Drittens, dass die Vergrösserung des umgekehrten Bildes bei Hypermetropie, die auf Verkürzung der Axe beruht, bedeutender ist, als bei Hypermetropie durch Verminderung der Brechkraft und bei Myopie, durch Axenverlängerung hervorgerufen, geringer, als bei Myopie, die auf Zunahme der Brechung beruht.

Fragt man nach dem Verhältniss der Vergrösserung im aufrechten und im umgekehrten Bilde, so braucht man nur das letztere aus einer Entfernung von 30 Cm. zu betrachten, wie dies beim Ophthalmoscopiren meistens geschieht, und man kann seine Grösse mit derjenigen des auf 30 Cm. projicirten aufrechten Bildes direct vergleichen. Wir dürfen hierbei den Einfluss der Accommodation um so eher vernachlässigen, als wir es auch bei der Projection des aufrechten Bildes gethan.

In unserem Falle würde sich verhalten die Vergrösserung im umgekehrten zu der im aufrechten Bilde :

bei Emmetropie	= 3,61 : 20	= 1 : 5,54;
bei Axenhypermetropie $^1/_{10}$	= 3,87 : 19,4	= 1 : 5,0;
bei Krümmungshypermetropie $^1/_{10}$	= 3,68 : 18,6	= 1 : 5,0;
bei Axenmyopie $^1/_{10}$	= 3,34 : 20,56	= 1 : 6,15;
bei Krümmungsmyopie $^1/_{10}$	= 3,54 : 21,8	= 1 : 6,15.

Wer das umgekehrte Bild aus einer anderen Entfernung als aus 30 Cm. betrachtet, der muss, zur Vergleichung seiner Grösse mit der des aufrechten Bildes, erst die Grösse des Bildes berechnen, welche das umgekehrte Bild, aus der von ihm gewählten Distanz, auf seiner Netzhaut formt. Dann kann er dieses mit demjenigen vergleichen, welches er bei directer Betrachtung des Augengrundes erhält.

Wir haben uns bemüht, die Berechnung der Vergrösserung im aufrechten sowohl als im umgekehrten Bilde, so einfach als möglich zu geben. Wir nahmen dafür das reducirte Auge, benutzten die vereinfachten Formeln von Donders zur Berechnung der Verschiebung des Knotenpunctes durch Correctionsgläser, und liessen den Brennpunct der Convexlinse beim umgekehrten Bilde zusammenfallen mit dem Knotenpuncte des reducirten Auges.

Wir thaten dies, weil wir hauptsächlich die relativen Verhältnisse darstellen wollten. Es fragte sich: wie verhält sich die Vergrösserung im aufrechten und im umgekehrten Bilde? Wie bei Emmetropie, bei Hypermetropie und bei Myopie? Es scheint uns, dass sich diese Frage am einfachsten in obiger Weise lösen lasse.

Wir dürfen überhaupt nie vergessen, dass das Auge in keiner Beziehung mathematisch genau, ja nicht einmal ein Auge wie das andere gebaut ist. Wollten wir also die subtilsten, mathematischen Formeln darauf anwenden, so könnten wir dies nur mit den Augen thun, deren Dimensionen, Krümmungsradien, Brechungsexponenten wir gemessen haben, wenn wir nicht durch das Bestreben, möglichst genau zu sein, gerade unmathematisch werden wollen.

§ 59. **Die Bestimmung der Refraction mit dem Ophthalmoscope.** ‚Da der Gang der in das Auge fallenden und der aus dem Auge kommenden Lichtstrahlen abhängt von der Refraction desselben, und wir mit dem Ophthalmoscope das vom Augengrunde kommende Licht direct beobachten, so giebt uns der Augenspiegel auch ein Mittel an die Hand, die Refraction zu bestimmen.

Wir können dazu schon das zur Beleuchtung in das Auge gespiegelte Licht verwerthen. (Vergl. Beleuchtung. § 45.)

Werfen wir nämlich paralleles Licht in ein accommodationsloses Auge, und sehen wir auf dessen Retina ein scharfes Bild entstehen, dann schliessen wir mit Sicherheit, dass dies Auge emmetropisch sei, denn nur ein solches vereint parallele Strahlen auf seiner Retina.

Entsteht dagegen ein Zerstreuungskreis, dann ist das Auge ametropisch. Machen wir nun die vorher parallelen Strahlen etwas convergent, z. B. durch Entfernen der Convexlinse von der Lichtquelle beim Coccius'schen Spiegel, oder einfach durch einen Concavspiegel, und wird dann das Bild der Flamme auf der Retina schärfer, dann ist das Auge hypermetropisch. Den Grad der Hypermetropie ergiebt die Entfernung des Convergenzpunctes der Strahlen vom Knotenpuncte des Auges.

Haben wir z. B. einen Concavspiegel von 8 Zoll Brennweite, der 12 Zoll von der Beleuchtungslampe entfernt steht, so convergiren die reflectirten Strahlen nach einem 24 Zoll vor dem Spiegel liegenden Puncte ($\frac{1}{8} - \frac{1}{12} = \frac{1}{24}$). Steht der Spiegel ausserdem 2 Zoll vom Knotenpuncte des untersuchten Auges entfernt, dann convergiren, vom Knotenpunct an gerechnet, die Strahlen nach 22 Zoll; und wenn sie sich auf der Netzhaut zu einem scharfen Bilde vereinen, dann hat das Auge eine Hypermetropie von $\frac{1}{22}$.

Würde sich, bei gleich bleibendem Abstande von Lampe und Spiegel, letzterer noch weiter vom Auge entfernen müssen, ehe ein scharfes Bild entstände, dann wäre die Hypermetropie stärker. Würde dagegen erst bei noch grösserer Annäherung des Spiegels an das Auge, oder des Lichtes an den Spiegel, das Flammenbild auf der Retina scharf sichtbar, dann würde man auf schwächere Hypermetropie schliessen.

Wird divergentes Licht auf der Netzhaut des Auges zu einem scharfen Bilde vereinigt, dann hat man es mit Myopie zu thun. Steht z. B. ein Planspiegel 8 Zoll von einer Lampe entfernt, und sieht man ein scharfes Flammenbild in dem Momente, wenn man sich mit dem Spiegel dem Auge auf 2 Zoll genähert hat, dann hat dies Auge eine Myopie von $\frac{1}{10}$; denn vom Spiegel werden die Strahlen so divergent reflectirt, als kämen sie von 8 Zoll hinter ihm her, am untersuchten Auge angelangt aber divergiren sie, als kämen sie von $8 + 2 = 10$ Zoll her. Solche Strahlen kann nur ein myopisches Auge von $\frac{1}{10}$ auf seiner Netzhaut vereinen. Für ein stärker myopisches Auge z. B. von $M = \frac{1}{6}$, müsste, bei gleicher Entfernung des Spiegels vom Auge, die Lichtquelle dem Spiegel schon bis auf 4 Zoll näher gebracht werden, oder auf 5 Zoll, wenn zugleich der Spiegel dem Auge um 1 Zoll sich nähert.

Um die Richtung der Lichtstrahlen leichter zu verändern, kann man auch mit Vortheil zwischen Licht und Beleuchtungs-Spiegel ein Gestell für Correctionsgläser anbringen, welche das Licht passiren muss, ehe es ins Auge gelangt.

Betrachten wir überhaupt die Mittel, die uns zu Gebote stehen, um convergente und divergente Strahlen zu erzeugen und ihre Convergenz oder Divergenz zu verändern (§ 46), so wird es uns sofort klar, dass man mit dem Beleuchtungsapparate allein schon im Stande ist, alle möglichen Grade von Refractionsanomalien zu bestimmen. Man wird zu gleicher Zeit aber auch finden, dass diese Methode, falls sie genaue Resultate liefern soll, nicht sehr practisch ist, denn es ist in den meisten Fällen umständlich, den Grad der Convergenz oder der Divergenz zu verändern, oder gar convergente in divergente Strahlen umzuwandeln. Ebenso schwierig ist es, jeweilen die Distanzen von Licht zu Spiegel, resp. Beleuchtungslinse, und vom Spiegel zum Auge genau zu messen, was doch für die Berechnung des Grades der Divergenz oder Convergenz der einfallenden Strahlen unumgänglich nöthig ist. Noch mehr: Wir können nur dann richtig darüber urtheilen, ob das in das untersuchte Auge geworfene Flammenbild sich auf dessen Retina scharf abzeichne, wenn wir selbst für dieselbe eingestellt sind. In diesem Falle aber sehen wir auch alle anderen sichtbaren Theile des untersuchten Augenhintergrundes scharf. Statt nun den umständlichen Weg der Berechnung des Ganges des Beleuchtungslichtes einzuschlagen, nehmen wir viel einfacher die Refraction unseres Auges sammt der Hülfslinse, welche nöthig war, um uns den Augengrund des Untersuchten deutlich erscheinen zu lassen, und schliessen daraus auf seine Refraction. Als Object benutzen wir hierzu dann nicht das Flammenbild, um so weniger, als die Beleuchtung vollständig ausreicht, wenn sie auch nur von einem Zerstreuungskreise herrührt, sondern die sichtbaren Theile der untersuchten Retina selber.

Die Bestimmung der Refraction im aufrechten Bilde beruht darauf, dass man prüft, welchen Refractionszustand man seinem Auge geben müsse, um den Fundus eines untersuchten Auges scharf zu sehen. Es ist auch hierbei wieder ein Haupterforderniss, dass untersuchtes sowohl, als untersuchendes Auge accommodationslos seien. Befindet sich der Untersuchte in einem dunkeln Zimmer, und weist man ihn ausserdem noch an, in Gedanken in die Ferne zu sehen, so ist die Accommodation seiner Augen gewöhnlich entspannt. Kann sich dagegen der Untersucher nicht von seiner Accommodation frei machen, so ist es absolut nothwendig, dass er an Augen, deren Refraction anderweitig genau bestimmt worden ist, erst prüfe, wie stark er beim Ophthalmoscopiren noch accommodire. Dann muss er bei allen Refractionsbestimmungen seine eigene Refraction so in Rechnung bringen, wie er sie bei diesem Grade von Accommodation gefunden hat.

Es ist ferner auch wichtig, an welchem Puncte des untersuchten Augenhintergrundes man die Refraction bestimme. Jedenfalls handelt es sich in fast allen Fällen um die Refraction in der Axe. Um diese zu finden, müsste man die *Macula lutea* als Object benutzen. Diese ist aber unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht sehr geeignet. Erstens bietet sie gewöhnlich keine deutlich begrenzten Objecte dar, nach denen man über scharfe Einstellung urtheilen könnte; ferner wirkt das auf sie geworfene Licht so blendend, dass sich die Pupille verengert, und endlich stört gerade in der Axe der Hornhautreflex am meisten. Ganz in der Nähe der *Macula lutea* dagegen, etwas nach Innen, liegt die Papille, welche sich zur Beobachtung am allerbesten eignet. Sie bietet mit ihrem scharfen Rande, ihren breiten Gefässen sehr günstige Objecte, das auf sie fallende

Licht wird gar nicht empfunden, und der Cornealreflex liegt bei ihrer Betrachtung meist etwas seitlich. Es fragt sich nur, ob die Refraction über der Papille oder am äussern Rande der Papille, der der *Macula* entsprechenden gleich sei. In gewöhnlichen Fällen ist der Unterschied unmerklich, wo aber pathologische Veränderungen an der Papille oder an der *Macula* vorhanden sind (*glaucomatöse Excavation*, *Neuritis*, *Staphyloma posticum* etc.), da muss man die Refractionsbestimmung an der *Macula lutea* vornehmen. Gelingt es nicht leicht, so wird einen die Erweiterung der Pupille durch Atropin bedeutend unterstützen.

Es ist in vielen Fällen von grossem Interesse, die Refraction nicht nur für die centralen, sondern auch für die peripheren Theile des Augengrundes kennen zu lernen. Es hat sich uns z. B. gezeigt, dass bei Myopie, die auf Bulbusverlängerung beruht, der Grad der Myopie in der Peripherie viel geringer ist, als im Centrum, was jedenfalls für die Wahl der Brillen, mit denen solche Patienten herumgehen und sich orientiren sollen, ein Fingerzeig sein muss. Ueberhaupt empfehlen wir die Vergleichung des Refractionszustandes der Peripherie mit dem des Centrums, zumal für die Fälle hochgradiger Ametropie.

Nehmen wir nun an:

1) Das untersuchende und das untersuchte Auge seien emmetropisch und accommodationslos. Aus dem untersuchten treten die Strahlen parallel aus, und werden also von dem untersuchenden ohne Hülfslinse auf der Retina vereinigt, welches auch die Entfernung des einen vom andern Auge sein möge.

2) Ist das untersuchende Auge emmetropisch, bekommt aber erst mit Hülfe eines Convexglases ein scharfes, aufrechtes Bild von dem untersuchten Auge, dann ist letzteres jedenfalls hypermetropisch; denn das emmetropische Auge braucht parallele Strahlen. Sind aber Strahlen durch ein Convexglas parallel geworden, dann waren sie früher divergent. Divergente Strahlen aber kommen nur aus hypermetropischen Augen. Den Grad der Hypermetropie ergiebt die Brennweite des Convexglases und seine Entfernung vom untersuchten Auge. Der negative Fernpunct des hypermetropischen Auges und der Brennpunct des Convexglases müssen nämlich zusammenfallen, wenn die aus dem Auge, also von seinem Fernpuncte herkommenden Strahlen nach ihrem Durchgange durch das Convexglas parallel sein sollen. Da aber das Convexglas immer in einer gewissen Entfernung von dem untersuchten Auge steht, so ist die Distanz des negativen Fernpunctes vom Knotenpuncte des Auges gerade um die Entfernung des Knotenpunctes vom Convexglase kleiner, als die Brennweite des letztern.

Braucht z. B. ein emmetropisches Auge, um den Fundus eines andern Auges deutlich zu sehen, ein Convexglas von 20″ Brennweite, und ist die Entfernung des Convexglases vom Knotenpuncte des letztern 2 Zoll, dann hat dieses eine Hypermetropie von $\frac{1}{20-2}$ $= {}^1/_{18}$.

3) Ist der Untersucher emmetropisch, und sieht erst mit einem Concavglas den Augenhintergrund des Untersuchten scharf, dann ist Letzterer Myope. Strahlen nämlich, welche nach Durchgang durch ein Concavglas parallel sind, wie sie ein emmetropisches Auge braucht, waren vorher convergent. Solche Strahlen können aber nur aus einem myopischen Auge kommen, nach dessen Fernpunct sie convergiren. Den Grad der Myopie findet man durch Addition der Brennweite des Correctionsglases und seiner Entfernung vom untersuchten Auge.

Wenn nämlich die Strahlen aus dem Auge treten, sò convergiren sie nach seinem Fernpuncte, und ein Concavglas, das man im Knotenpuncte selbst anbringen könnte, müsste auch gerade so stark sein, wie die Myopie. Da das Correctionsglas aber vom Auge entfernt, also seinem Fernpuncte näher steht, so muss seine Brennweite um diese Strecke kleiner sein.

Ein Emmetrope z. B., welcher mit Concav $^1/_7$, aufgestellt in 2 Zoll Entfernung vom untersuchten Auge, dessen Retinaltheile deutlich sieht, wird sicher sein, dass dieses Auge eine Myopie von $^1/_9$ hat. Sind nämlich Lichtstrahlen nach Durchgang durch Concav $^1/_7$ parallel, so convergirten sie vorher nach 7 Zoll. Zwei Zoll davon entfernt aber, in entgegengesetzter Richtung, d. h. da wo das untersuchte Auge steht, convergiren sie nach 9 Zoll. Also liegt der Fernpunct des Auges in 9 Zoll, seine Myopie ist $^1/_9$.

Würde derselbe Beobachter mit demselben Concavglase $^1/_7$ erst in 4 Zoll Distanz vom untersuchten Auge deutlich sehen, dann hätte dieses also eine Myopie von $^1/_8$.

4) Ist das untersuchende Auge **hypermetropisch**, dann muss dasselbe gerade seine Hypermetropie durch ein **Convexglas** corrigiren, wenn es parallele Strahlen auf seiner Retina vereinigen will, also auch wenn es ein emmetropisches Auge untersucht. Hierbei kommt die Entfernung beider Augen nicht in Betracht, da parallele Strahlen überall parallel sind.

5) Braucht ein **Hypermetrope**, um einen Augengrund im aufrechten Bilde scharf zu sehen, ein **stärkeres** Convexglas als seine Hypermetropie erfordert, dann ist der Untersuchte auch hypermetropisch, denn nun verhält sich der Untersucher gerade wie ein Emmetrope, der ein convexes Correctionsglas braucht. Man berechnet auch den Grad der fraglichen Hypermetropie genau wie in jenem Falle. Subtrahirt man nämlich von der Correctionslinse den Theil, welcher dazu dient, den Untersucher emmetropisch zu machen, dann ist die negative Brennweite des beobachteten hypermetropischen Auges um die Entfernung des Glases von seinem Knotenpuncte kürzer, als die Brennweite des restirenden Convexglases.

Nehmen wir an, ein Untersucher von Hypermetropie $^1/_{24}$ brauche, um einen Augengrund deutlich zu sehen, Convex $^1/_8$. Von dem Convexglas $^1/_8$ geht $^1/_{24}$ ab, den er braucht, um die eigene Hypermetropie zu corrigiren. Es bleibt also noch $+ ^1/_{12}$. Befindet sich aber das Correctionsglas in 2 Zoll Entfernung von dem Knotenpuncte des Untersuchten, dann ist seine Hypermetropie $^1/_{10}$.

6) Es ist auch möglich, dass ein Hypermetrope eines **schwächeren** Convexglases bedarf, um ein anderes Auge im aufrechten Bilde zu untersuchen, als seine eigene Hypermetropie erforderte. In diesem Falle ist der Untersuchte myopisch, denn wenn sich der hypermetropische Beobachter nicht vollständig corrigirt, dann bleibt immer noch etwas Hypermetropie übrig, und wenn er trotzdem scharf sieht, so beweist dies, dass die Strahlen convergent aus dem beobachteten in sein Auge fielen, wie dies nur bei Myopie der Fall ist. Die Myopie ist dann aber geringer als die restirende Hypermetropie, und zwar muss man zu ihrer Brennweite noch die Entfernung des Glases vom untersuchten Auge addiren.

Hat z. B. das untersuchende Auge Hypermetropie $^1/_{24}$ und sieht mit Convex 60 schon deutlich, dann bleibt ihm also noch eine Hypermetropie von $^1/_{24} - ^1/_{60} = ^1/_{40}$. Steht das Glas wieder 2″ vom anderen Auge entfernt, dann hat der Untersuchte Myopie $\frac{1}{40 + 2}$ $= ^1/_{42}$.

7) Braucht ein Hypermetrope aber gar **kein** Hülfsglas zur Untersuchung im aufrechten Bilde, dann hat das andere Auge eine Myopie, deren Brennweite nur um den Abstand der Knotenpuncte des untersuchenden vom untersuchten Auge grösser ist, als die negative Brennweite des hypermetropischen Auges.

Sieht nämlich ein Hypermetrope von $^1/_8$, z. B. bei 2 Zoll Knotenpunctsabstand zwischen beiden Augen, den Fundus eines andern Auges deutlich, so ist dies ein Beweis, dass die Strahlen, von seinem Knotenpuncte an gerechnet, nach 8 Zoll convergiren, vom Knotenpuncte des Untersuchten an also nach 10 Zoll, demnach hat letzterer eine Myopie von $\frac{1}{8+2} = {}^1/_{10}$.

8) Muss endlich der hypermetropische Untersucher ein **Concavglas** vorsetzen, dann ist das beobachtete Auge jedenfalls noch in höherem Grade myopisch. als wenn er kein Concavglas brauchte, denn durch ein Concavglas verstärkt der Hypermetrope seine Ametropie; Strahlen also, die auf seiner Retina zur Vereinigung kommen, müssen noch stärker convergiren, als wenn kein Concavglas vorgesetzt wäre. Der Grad der Myopie ergiebt sich, wenn man wiederum den Abstand der Knotenpuncte beider Augen addirt zu der negativen Brennweite des durch das hypermetropische Auge und das Concavglas gebildeten Systems.

Würde beispielsweise ein Untersucher von Hypermetropie $^1/_{36}$ noch ein Concavglas von — $^1/_{18}$ brauchen, um ein fragliches Auge im aufrechten Bilde untersuchen zu können, dann hätte er eine gesammte Hypermetropie von $^1/_{36} + {}^1/_{18} = {}^1/_{12}$. Die in sein Auge fallenden Strahlen convergiren also nach 12 Zoll hinter seinem Knotenpuncte. Um 2 Zoll in der entgegengesetzten Richtung aber, dem untersuchten Auge zu, wo dessen Knotenpunct steht, convergiren sie nach 14 Zoll. Dies Auge hat also Myopie $^1/_{14}$.

9) Nehmen wir an, der **Untersucher** sei **myopisch**.

Sieht er dann gerade scharf im aufrechten Bilde, wenn er seine Myopie corrigirt, dann ist das beobachtete Auge **emmetropisch**, denn durch sein Correctionsglas hat sich der Untersuchende emmetropisch gemacht, resp. für parallele Strahlen adaptirt. Parallele Strahlen aber kommen nur aus einem emmetropischen Auge.

10) Braucht der Untersucher dagegen ein **schwächeres Concavglas**, als seine Myopie erforderte, dann bleibt ihm noch ein Theil Myopie übrig, und wenn er trotzdem einen Augengrund scharf sieht, so beweisst dies, dass die Strahlen divergent aus jenem Auge treten, dass es also **hypermetropisch** ist.

Den Grad der Hypermetropie findet man durch Subtraction der Entfernung beider Knotenpuncte von der vorderen conjugirten Brennweite der restirenden Myopie.

Ein Myope von M. $^1/_{10}$ brauche z. B. Concav $^1/_{20}$, um ein Auge im aufrechten Bilde zu untersuchen. Dann bleibt ihm also noch eine Myopie von $^1/_{10} - {}^1/_{20} = {}^1/_{20}$. Befindet sich sein Knotenpunct 2 Zoll von dem des untersuchten Auges entfernt, dann hat jenes eine Hypermetropie von $\frac{1}{20-2} = {}^1/_{18}$.

11) Würde das myopische Auge gar **keines** Correctionsglases bedürfen, um im aufrechten Bilde deutlich zu sehen, dann wäre der Untersuchte jedenfalls hypermetropisch, und zwar wiederum in höherem Grade hypermetropisch, als der Beobachter myopisch, denn die Strecke von seinem Knotenpuncte zum Divergenzpuncte der Strahlen ist immer um die Entfernung der Knotenpuncte

beider Augen kleiner, als die vom Knotenpuncte des Untersuchers zum Divergenz-puncte.

Sieht, z. B., ein Auge mit Myopie $1/_{16}$ bei 2 Zoll Entfernung der Knotenpuncte d. Retina eines andern Auges scharf, dann hat jenes Auge eine Hypermetropie von $\frac{1}{16-2}$ $= 1/_{14}$.

12) Es kann aber auch vorkommen, dass der myopische Untersucher ein Convexglas braucht, um das aufrechte Bild zu sehen. Dann vermehrt er also seine Myopie um die Stärke des vorgesetzten Glases, und das untersuchte Auge ist jedenfalls hypermetropisch, und zwar liegt sein negativer Fernpunct gerade da, wo der positive des nunmehr stärker myopischen Auges. Die negative Brennweite des hypermetropischen Auges ist aber wieder um die Entfernung beider Knotenpuncte kürzer, als die positive des myopischen.

Hat, z. B., der Untersucher Myopie $1/_{24}$ und braucht er um deutlich zu sehen convex $1/_{36}$, dann beträgt seine Gesammtmyopie $1/_{24} + 1/_{36} = 1/_{14}$. Sein Fernpunct liegt also 14 Zoll vor seinem Knotenpuncte, aber nur 12 Zoll hinter dem des untersuchten Auges, wenn die Distanz beider Knotenpuncte 2 Zoll beträgt. Also hat letzteres Hypermetropie $1/_{12}$.

13) Braucht endlich der myopische Untersucher ein stärkeres Concavglas, um scharf zu sehen, als seine Ametropie erforderte, dann ist das untersuchte Auge auch myopisch, denn der Untersucher hat sich durch Uebercorrection seiner Myopie hypermetropisch gemacht, also für convergente Strahlen adaptirt, und solche kommen nur aus myopischen Augen. Der Fernpunctsabstand des untersuchten Auges ist aber um die Distanz beider Knotenpuncte grösser, als die Brennweite des nach der Correction des beobachtenden Auges restirenden Concavglases.

Nehmen wir als Beispiel einen Untersucher mit Myopie $1/_{24}$. Dieser sehe den Augengrund eines Andern am deutlichsten mit Concav $1/_8$ in 2 Zoll Abstand. Von dem Concavglas $1/_8$ geht $1/_{24}$ ab für die Correction des Untersuchers. Es bleibt also noch Concav $1/_{12}$. Also muss die Myopie des Untersuchten betragen $\frac{1}{12+2} = 1/_{14}$.

Wir sehen also, dass, unter Voraussetzung der Accommodationslosigkeit beider Augen, für einen emmetropischen Untersucher der Character der Refractionsanomalie eines im aufrechten Bilde untersuchten Auges entspricht dem Character des nöthigen Correctionsglases, und dass für die negative Brennweite eines hypermetropischen untersuchten Auges die Distanz seines Knotenpunctes von dem des Beobachters von der Brennweite des Correctionsglases muss subtrahirt werden, während bei Myopen das Umgekehrte der Fall ist. Die Hypermetropie des Untersuchten ist also immer stärker, die Myopie schwächer, als das gefundene Correctionsglas.

Für einen ametropischen Untersucher ist die Berechnung aber gerade so einfach wie für einen Emmetropen, sobald er seine Ametropie auf Emmetropie reducirt. Er betrachtet dann sein Auge sammt dem Correctionsglase als ein emmetropisches Auge, und bestimmt die Refraction eines fraglichen Auges mit dem Ophthalmoscope gerade so, wie ein Emmetrope.

Zur schnellen Refractionsbestimmung hat LORING [1]) seinem Ophthalmoscope

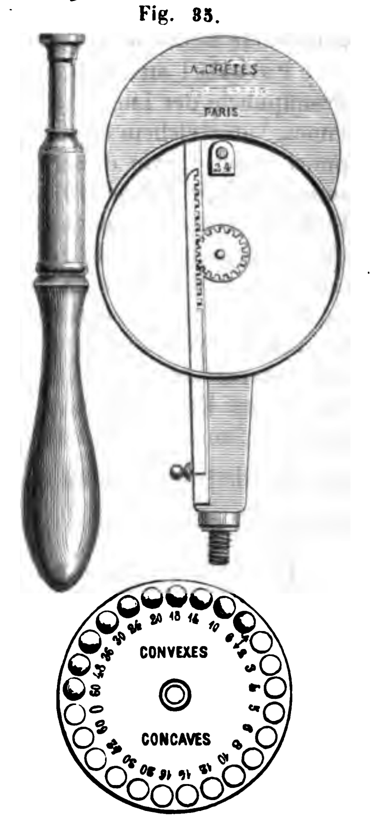
1) Amer. Journ. of med. science. April 1870. pag. 323.

drei Rekoss'sche Scheiben beigegeben, deren jede 8 verschiedene Gläser enthält. Als eine Verbesserung dieses Instrumentes bringt COHN [1]) das Centrum der Scheibe nicht seitlich von dem Augenspiegel, sondern über demselben an, so dass sie, ohne mit der Nase des Beobachters in Collision zu kommen, einen grössern Umfang haben kann. Auf diese Weise wird es möglich, gleich 24 Gläser in eine Scheibe einzusetzen, was die Refractionsbestimmung in der That beschleunigt.

Eine ähnliche Vorrichtung hat auch OLDHAM [2]) an seinem Ophthalmoscope angebracht.

M. CRÊTÈS [3]) hat nach den Angaben von Dr. v. WECKER eine solche Scheibe mit 24 Gläsern von sehr kleiner Dimension so eingerichtet, dass diese, mittelst eines Zahnrades, leicht gedreht werden kann. (Fig. 35.)

Fig. 35.



Eine andere, noch einfachere Methode zum raschen Wechseln der Correctionsgläser hat Dr. v. SCHRÖDERS in Leipzig angegeben. Diese besteht (nach mündlicher Mittheilung von Dr. SATTLER aus Wien) darin, dass v. SCHRÖDERS mit einem langen Streifen planen Spiegelglases ophthalmoscopirt, der eine ganze Reihe von Belag befreiter Stellen besitzt, hinter welchen die Correctionsgläser angebracht sind. Zum Wechseln derselben braucht man also einfach das Ophthalmoscop höher oder tiefer zu halten, resp. durchdie Hand gleiten zu lassen. (Der Spiegel wirdverfertigt von dem Instrumentenmacher HORN in Leipzig.)

Da, wie wir gesehen haben (§ 56), auch die Grösse des aufrechten, ophthalmoscopischen Bildes von der Refraction des untersuchten Auges und den Bedingungen (Länge der Axe, oder Stärke der Krümmung) abhängt, welche derselben zu Grunde liegen, so sollte man schliessen, dass sich mit Hülfe dieser Vergrösserung nicht nur die Refraction bestimmen, sondern auch die Differenzialdiagnose machen lasse, ob eine Refractionsanomalie auf Veränderung der Bulbuslänge, oder auf Veränderung der Brechkraft des dioptrischen Systems beruhe. Dies wäre allerdings auch möglich, wenn der Augengrund Objecte von constanter, bekannter Grösse hätte: dann würde deren Vergrösserung im aufrechten Bilde einen directen Massstab zur Bestimmung der Refraction abgeben. Es giebt aber keine solchen Theile, vielmehr zeigt der Durchmesser der Papille, der Gefässe der *Macula lutea* unter normalen Verhältnissen

1) Klin. Monatsbl. X. 1872. pag. 307.
2) Klin. Monatsbl. X. 1872. pag. 287.
3) Ann. d'Oculist. LXX. 1873. pag. 207.

schon viel grössere Verschiedenheiten, als hohe Grade von Refractionsanomalien im aufrechten Bilde hervorzurufen im Stande wären. Es lässt sich also damit die Refraction nicht bestimmen. Dasselbe gilt auch für die Grösse des umgekehrten Bildes. Anders verhält es sich dagegen mit der Entfernung, in welcher dieses zu Stande kommt. Diese hängt bei gleicher Stärke, und gleichem Stande des Convexglases — die wir kennen — nur von der Refraction des Auges ab (vergl. Formel 10 und 14 § 58), und es lässt sich diese auch wirklich mit Hülfe der Entfernung, in welcher das umgekehrte Bild zu Stande kommt, bestimmen. Es handelt sich nur darum, ein practisches Convexglas zu wählen, welches für die Grade der Refractionsanomalien, die man zu bestimmen wünscht, genügende Differenz der Entfernungen des umgekehrten Bildes und doch noch genügende Deutlichkeit desselben liefert.

Parallel aus dem Auge kommende Strahlen (E) entwerfen ihr Bild im Brennpuncte der Linse; divergente Strahlen (H) weiter davon entfernt. Ist der Punct, von welchem die Strahlen zu divergiren scheinen, gleich weit vom Knotenpunct entfernt, wie dieser von dem Convexglase, dann wird unter den Voraussetzungen der Formel 10) $\xi = 2\,\Phi$, d. h. das umgekehrte Bild entsteht in der Entfernung der doppelten Brennweite vom Glase. Convergente Strahlen dagegen (M) entwerfen ihr Bild innerhalb der Brennweite der Linse, bis sie bei einer Convergenz, die gleich ist der Brennweite der Linse, kein Bild mehr liefern, weil sie dann nach deren optischem Centrum convergiren. Dies geht auch aus Formel 14) hervor: Wenn $\gamma' = \Phi$, dann wird $\xi = 0$, d. h. wenn unter den angegebenen Voraussetzungen die Entfernung des Fernpunctes eines myopischen Auges von seinem Knotenpuncte gleich ist der Brennweite des Convexglases, dann entsteht kein umgekehrtes Bild mehr. Wählen wir also z. B. Convex $1/2$, dann können wir für alle Grade von Myopie von $\frac{1}{\infty}$ bis $\frac{1}{2}$ das umgekehrte Bild in einer Strecke von 2″ darstellen, und erhalten folgende Reihe:

Entfernung des umgekehrten Bildes vom Convexglase $1/2$,
(wenn dessen Brennpunct mit dem Knotenpuncte des Auges zusammenfällt)

Grad der Ametropie:	bei Hypermetropie:	bei Myopie:
$\frac{1}{\infty}$	2″	2″
$\frac{1}{36}$	2″,111	1″,889
$\frac{1}{30}$	2″,13	1″,87
$\frac{1}{24}$	2″,166	1″,834
$\frac{1}{20}$	2″,200	1″,800
$\frac{1}{18}$	2″,222	1″,778
$\frac{1}{15}$	2″,266	1″,734
$\frac{1}{12}$	2″,333	1″,667

Grad der Ametropie:	bei Hypermetropie:	bei Myopie:
$\frac{1}{10}$	2″,400	1″,600
$\frac{1}{9}$	2″,444	1″,556
$\frac{1}{8}$	2″,500	1″,500
$\frac{1}{7}$	2″,570	1″,430
$\frac{1}{6}$	2″,666	1″,334
$\frac{1}{5}$	2″,800	1″,200
$\frac{1}{4}$	3″,000	1″,000
$\frac{1}{3}$	3″,333	0″,667
$\frac{1}{2}$	4″,000	0.

Es geht hieraus hervor, dass die Differenzen zwischen den Entfernungen, in welchen das umgekehrte Bild bei verschiedenen Graden der Refractionsanomalien zu Stande kommt, für Convex $^1/_2$ kleiner sind, als die Fehler, welche bei Aufstellung der Linse möglich sind. Darum wird sich Convex $^1/_2$ zur genauen Bestimmung der Refraction nicht wohl eignen.

Nehmen wir Convex $^1/_6$, dann erhalten wir folgende Reihe:

Entfernung des umgekehrten Bildes von der Linse $^1/_6$.

Grad der Ametropie:	bei Hypermetropie:	bei Myopie:
$\frac{1}{\infty}$	6″	6″
$\frac{1}{36}$	7″	5″
$\frac{1}{30}$	7″,2	4″,8
$\frac{1}{24}$	7″,5	4″,5
$\frac{1}{20}$	7″,8	4″,2
$\frac{1}{18}$	8″,0	4″,0
$\frac{1}{15}$	8″,4	3″,6
$\frac{1}{12}$	9″,0	3″,0
$\frac{1}{10}$	9″,6	2″,4
$\frac{1}{9}$	10″,0	2″,0
$\frac{1}{8}$	10″,5	1″,5

Grad der Ametropie:	bei Hypermetropie:	bei Myopie:
$\frac{1}{7}$	11″,1	0″,9
$\frac{1}{6}$	12″,0	0.

Diese Differenzen sind wohl gross, und werden von kleinen Verschiebungen der Linse weniger beeinflusst, allein das umgekehrte Bild wird, je schwächer die Linse ist, desto grösser und lichtschwächer, der Ort wo es entsteht, lässt sich also nicht mehr so genau bestimmen.

Besser würde sich darum Convex $^1/_4$ eignen. Es ergiebt sich damit unter den obigen Voraussetzungen folgende Reihe:

Entfernung des umgekehrten Bildes vom Convexglase $^1/_4$.

Grad der Ametropie:	bei Hypermetropie:	bei Myopie:
$\frac{1}{\infty}$	4″	4″
$\frac{1}{36}$	4″,44	3″,56
$\frac{1}{30}$	4″,53	3″,47
$\frac{1}{24}$	4″,66	3″,34
$\frac{1}{20}$	4″,80	3″,20
$\frac{1}{18}$	4″,88	3″,12
$\frac{1}{16}$	5″,00	3″,00
$\frac{1}{15}$	5″,06	2″,94
$\frac{1}{12}$	5″,33	2″,67
$\frac{1}{10}$	5″,60	2″,40
$\frac{1}{9}$	5″,77	2″,23
$\frac{1}{8}$	6″,00	2″,00
$\frac{1}{7}$	6″,28	1″,72
$\frac{1}{6}$	6″,66	1″,34
$\frac{1}{5}$	7″,2	0″,8
$\frac{1}{4}$	8″	0

Man könnte also mit dem Augenspiegel ein Rohr verbinden, wie dies Hasner, Liebreich u. A. gethan, dessen eines Ende sich gut ans Auge anschlösse. In dem Rohre würde, um ihre Brennweite vom Knotenpuncte des Auges entfernt, ein Convexglas $^1/_4$ feststehen, während sich zwischen ihm und dem Beobachter ein halb-

durchsichtiger Schirm zum Auffangen des umgekehrten Bildes verschieben liesse. Aus der an einer Scala ablesbaren Entfernung von Linse und Schirm könnte man dann auf die Refraction des Auges schliessen.

Für höhere Grade von Myopie als $^1/_4$ würde man die Convexlinse entfernen, und den Schirm allein bewegen. Die Entfernung desselben vom Knotenpuncte würde direct den Grad der Myopie angeben.

Diese Methode ist aber, aus leicht begreiflichen Gründen, weniger practisch, als die erst besprochene, mit Hülfe des aufrechten Bildes. Es beschränkt sich ihre Anwendung auf die rasche Constatirung hochgradiger Refractionsanomalieen. Für genauere Prüfung würde man einmal einen complicirteren Augenspiegel brauchen und andererseits ist das Auffangen des Bildes nicht so leicht, weil ein wenig durchsichtiger Schirm auch wenig Beleuchtungslicht durchlässt, auf einem durchsichtigen dagegen das Bild nicht deutlich erkannt wird.

Besser als ein vollständiger Schirm würde sich hierzu ein verticaler, verschiebbarer Rahmen mit einigen darin ausgespannten Faden eignen. Damit würde man die Distanz aufsuchen, in welcher umgekehrtes Bild und Faden gleichzeitig scharf gesehen werden, d. h. zusammenfallen. Aber auch diese Methode wäre sehr umständlich.

§ 60. **Bestimmung des Astigmatismus mit Hülfe des Augenspiegels.** Besteht in zwei zu einander senkrechten Meridianen des dioptrischen Systems des Auges eine verschiedene Refraction, dann wird jeder einzelne Meridian zu denselben ophthalmoscopischen Erscheinungen Veranlassung geben, wie ein Auge von gleichem Refractionszustande, und wir finden also mit dem Augenspiegel in verschiedenen Meridianen ein verschiedenes Bild.

Ist z. B. die Brechung des Auges im verticalen Meridiane eine stärkere als im horizontalen, dann wird für das aufrechte Augenspiegelbild die Vergrösserung im verticalen Meridiane stärker als im horizontalen (Knapp). Die Objecte des Augengrundes erscheinen in senkrechter Richtung verlängert. Ausserdem erfordert der verticale Meridian zum scharfen Sehen eine geringere Refraction des beobachtenden Auges, als der horizontale, und es erscheint darum z. B. die Papille des astigmatischen Auges nie gleichzeitig in beiden Meridianen scharf contourirt.

Besässe der Augenhintergrund Objecte von constanter Form; wäre z. B. die Papille kreisrund, dann würde schon ein Blick auf ihr aufrechtes Bild genügen, um den Astigmatismus, sowie die Richtung des Meridians der stärkeren und den der schwächeren Brechung zu diagnosticiren. Die Papille wäre in der Richtung der stärkeren Brechung verlängert. Da aber die Papille schon unter normalen Verhältnissen mehr oder weniger oval ist, und überhaupt kein Theil des *Fundus oculi* eine constante Form besitzt, so lässt sich auf diese Weise die Diagnose des Astigmatismus nicht machen, wohl aber gelingt es mit Hülfe der verschiedenen Schärfe zu einander senkrecht stehender Theile des aufrechten Bildes. Sieht man z. B. zu gleicher Zeit den oberen und unteren Rand der Papille, und die quer verlaufenden Retinalgefässe deutlich, die seitlichen Ränder aber, und mehr vertical gerichtete Gefässe verwaschen, dann kann man schon Astigmatismus annehmen; ändert sich aber das Verhältniss, d. h. werden die senkrechten Contouren scharf, die wagrechten undeutlich, bei stärkerer Accommodation, oder Vorsetzen eines Convexglases, dann weiss man auch, dass die Krümmung des verticalen Meridians

die stärkere, die des horizontalen die schwächere ist. In der That hat man beim Blicke auf verschieden gerichtete Netzhautgefässe eines astigmatischen Auges dieselben Verhältnisse, als sähe man durch zwei aufeinander senkrechte Cylindergläser von verschiedener Stärke nach einer Strahlenfigur. Die auf den Meridian, für welchen man adaptirt ist, senkrechten Linien sind scharf contourirt, die anderen verschwommen. Aendert man seine Adaption, so kehrt sich das Verhältniss um, und die erst undeutlichen Linien werden nun deutlich, die darauf senkrechten verbreitert.

Ein noch einfacheres Mittel zur Diagnose des Astigmatismus liefert die Verbindung des aufrechten Bildes mit dem umgekehrten (Schweigger), und zwar deswegen, weil sich die Vergrösserung im aufrechten Bilde entgegengesetzt verhält, wie die des umgekehrten: stärkere Refraction, die im aufrechten eine stärkere Vergrösserung bedingt, ergiebt eine geringere im umgekehrten Bilde: schwächere Refraction mit schwächerer Vergrösserung im aufrechten dagegen ein grösseres umgekehrtes Bild. Sieht man also im umgekehrten Bilde die Papille quer-oval, oder weniger stehend oval, als im aufrechten, dann kann man mit Sicherheit Astigmatismus diagnosticiren, dessen stärkere Brechung dem verticalen Meridiane entspricht. Aehnlich verhalten sich strahlig angeordnete Gefässe. Ist die Krümmung im verticalen Meridiane eine stärkere, als im horizontalen, dann scheinen im aufrechten Bilde die Zwischenräume zwischen den horizontal verlaufenden Gefässen im Verhältniss zu denen der vertical verlaufenden grösser, als im umgekehrten. Die horizontalen rücken also, bei schnellem Wechsel des aufrechten und des umgekehrten Bildes, zusammen, die verticalen auseinander. (Mauthner).

Ein Hauptaugenmerk hat man beim umgekehrten Bilde darauf zu richten, dass man das Convexglas weder seitlich halte, noch irgendwie neige, sondern so stelle, dass seine Axe mit der des Auges zusammenfällt; sonst erzeugt man künstlich Astigmatismus, resp. eine Verzerrung des Bildes. Als Criterium, ob das Glas richtig stehe, giebt Schweigger an das Zusammenfallen der Reflexe der vordern und hintern Glasfläche mit denen von Cornea und Linse.

Die Bestimmung des Grades der Refractionsanomalie in den verschiedenen Meridianen lässt sich mit Hülfe des Augenspiegels in analoger Weise vornehmen, wie bei subjectiver Prüfung. Kennt man einmal die Hauptmeridiane, so kann man eine stenopäische Spalte erst in die Richtung des einen, dann in die des andern Meridians vor das untersuchte Auge bringen, und so mit Hülfe sphärischer Gläser die Refraction successive in den beiden Meridianen bestimmen. Noch besser ist es, an Gefässen, welche in der Richtung der beiden Hauptmeridiane verlaufen, successive die Refraction zu bestimmen. Man corrigirt erst die Refraction des einen Meridians mit einem sphärischen Glase, und sucht hernach das Cylinderglas, welches den darauf senkrechten Meridian corrigirt. Dieses giebt dann direct den Grad des Astigmatismus an.

Schweigger[1] verwandte zuerst zu diesen Untersuchungen die Stokes'sche Linse. Auch W. Leidlow Purves[2] benutzte in gleicher Weise zur ophthalmosco-

1) Schweigger, Bemerkungen über die Diagnose und Correction des Astigmatismus. Arch. f. Ophth. IX. 1. pag. 178. 1863.

2) W. Leidlow Purves, A Contribution to Ophthalmoscopy. London by Rob. Hardwicke. 192 Piccadilly. 1873. und Arch. f. Ophth. XIX. 1. pag. 59.

pischen Diagnose des Astigmatismus die oben (§ 41) beschriebene Modification dieses Instrumentes. Man kann dabei entweder den Reflex der Gläser selbst zur Beleuchtung benutzen, oder die Stokes'sche Linse mit einem durchbohrten Spiegel verbinden. Erst stellt man die Axe des Instrumentes dem einen Hauptmeridiane parallel, und sucht sich ein, in dieser Richtung verlaufendes Gefäss auf. Dann dreht man die Gläser, bis dieses scharf contourirt erscheint, und liest die Stärke des resultirenden Cylinders ab. Hernach stellt man das Instrument in den darauf senkrechten Meridian und verfährt in gleicher Weise. Die Differenz zwischen den Refractionen der beiden Meridiane giebt den Grad des Astigmatismus. Die Leichtigkeit, mit welcher sich auf solche Weise alle möglichen Cylinderwirkungen darstellen lassen, macht dies Instrument nicht nur für die subjective, sondern auch für die objective Bestimmung der Refraction sehr geeignet.

Verändert man in den obigen Berechnungen der Grösse des umgekehrten Bildes (§ 58) die Entfernung *d* des Convexglases vom Auge, so ergiebt sich, dass mit Ausnahme der Emmetropie auch die Grösse des umgekehrten Bildes sich ändert, und zwar verschieden je nach der Art und dem Grade der Refractionsanomalie. Diese Thatsache benutzte JAVAL [1]) zur Diagnose des Astigmatismus. Ist ein Auge nicht astigmatisch, dann wird sich zwar die Grösse der Papille im umgekehrten Bilde je nach der Entfernung des Convexglases vom Auge ändern, ihre Form aber dieselbe bleiben. Besteht dagegen Astigmatismus, dann ändert sich mit der Entfernung des Convexglases auch die Form der Papille.

GIRAUD-TEULON [2]) hat den Einfluss der Stellung des Glases auf die Grösse des ophthalmoscopischen Bildes namentlich auch mit Rücksicht auf die Diagnose des Astigmatismus berechnet und kommt zu folgenden Schlüssen: Steht das Convexglas dem Auge ganz nahe, dann entspricht die Richtung der stärksten Vergrösserung des umgekehrten Bildes dem Meridiane der schwächeren Refraction. Entfernt man die Linse vom Auge, dann nimmt die Vergrösserung in dem myopischen Meridiane zu, in dem hypermetropischen ab. Wenn in beiden Hauptmeridianen die Vergrösserung gleichzeitig zunimmt, oder abnimmt, dann entspricht die Richtung, in welcher die Zunahme oder Abnahme am raschesten vor sich geht, dem Meridiane des höheren Grades der Ametropie. In einem emmetropischen Meridiane dagegen behält das umgekehrte Bild bei jeder Entfernung des Convexglases dieselbe Grösse.

Auf solche Weise lässt sich mit einiger Uebung rasch das Vorhandensein von Astigmatismus, die Richtung der Hauptmeridiane, sowie die Art der Refraction in denselben mit dem umgekehrten Bilde allein bestimmen.

§ 61. Von den Augenspiegeln im Speciellen.

Planspiegel.

I. Der Augenspiegel von Helmholtz. HELMHOLTZ [3]) combinirte drei planparallele Glasplatten, mit welchen er das Licht unter einem Winkel von 56° in das zu untersuchende Auge reflectirt. Dadurch wird das Licht polarisirt und der

---

1) JAVAL, Diagnostic et mensuration de l'astigmatisme. L. WECKER, Maladies des yeux. T. II. p. 821.

2) GIRAUD-TEULON, De l'influense des lentilles etc. Ann. d'Oc. sept.-oct. 1869. p. 1—44.

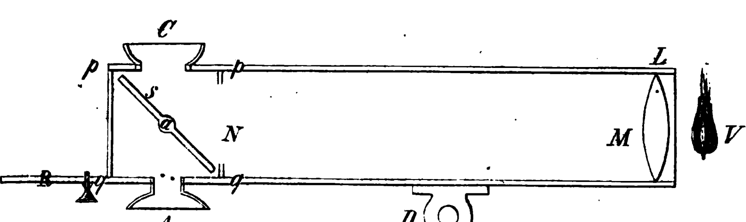
3) H. HELMHOLTZ, Beschreibung eines Augenspiegels zur Untersuchung der Netzhaut im lebenden Auge. Berlin 1851.

Hornhautreflex darum weniger störend, weil seine scheinbare Helligkeit geringer wird als die der Netzhaut. Das polarisirt einfallende Licht wird nämlich durch die diffuse Reflexion an der Netzhaut depolarisirt, was bei der spiegelnden Reflexion an der Cornea nicht der Fall ist. Der Untersucher sieht schief durch die Platten hindurch. Um alles seitliche Licht von seinem Auge abzuhalten, sind die Glasplatten in einen prismatischen Kasten mit rechtwinklig dreieckiger Basis eingefügt, dessen Hypothenusenfläche sie bilden. Die kleinere Kathetenfläche ist durchbohrt, und öffnet sich in ein kelchförmiges Ansatzstück, welches dazu bestimmt ist, das Auge des Untersuchers zu umschliessen. Das Innere des Kastens ist mit schwarzem Sammt ausgeschlagen.

Zur Correction der Refraction sind von dem Mechaniker Rekoss neben der Axe des Instrumentes zwei über einander drehbare Scheiben befestigt, welche je fünf Oeffnungen enthalten, von denen vier Concavgläser ($^1/_{13}$ bis $^1/_6$) tragen. Die fünfte Oeffnung ist leer. Durch Schieben mit dem Finger am Rande der Scheiben drehen sich dieselben, und zwar so, dass ihre Oeffnungen successive vor die Oeffnung des Instrumentes zu stehen kommen und also durch eines dieser acht Gläser oder durch zwei combinirte gesehen werden kann. Ein Stiel dient zur leichteren Führung des Instrumentes.

II. Der Augenspiegel von Epkens-Donders. Der Augenspiegel von Epkens-Donders besteht aus folgenden Theilen (vgl. nebenstehende schematische Fig. 36ᵃ): einem cubischen Kasten *ppqq*, worin sich ein in der Mitte durchbohrter Planspiegel *s* befindet, der sich etwas um seine senkrechte Axe *a* drehen lässt. Der reflectirenden Fläche des Spiegels entsprechend ist der Kasten durchbohrt und öffnet sich in ein Ansatzstück *C*, welches dazu bestimmt ist das untersuchte Auge aufzunehmen. Eine ähnliche Oeffnung befindet sich auf der entgegengesetzten Seite in *A* für den Beobachter. Ausserdem dreht sich vor dieser Oeffnung

Fig. 36a.



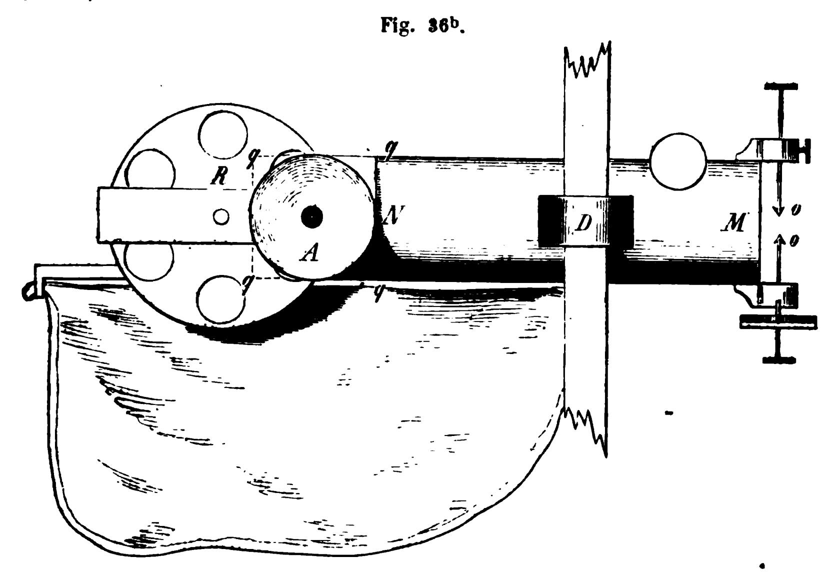
eine Rekoss'sche Scheibe *R* mit den Correctionsgläsern (positive Gläser mit Brennweite 20, 4, 3 Cm. und concave mit Brennweite 16, 10 und 6 Cm.)

An den Kasten schliesst sich seitlich ein innen geschwärztes Rohr *MN*, vor dessen einem Ende in *V* eine Lampe brennt. Von dieser aus kann das Licht entweder direct auf den Planspiegel fallen, oder aber durch eine Convexlinse *L*, die gerade um ihre Brennweite davon entfernt ist, erst parallel gemacht werden.

Der ganze Apparat wird von einem Stative getragen, das sich an den Tisch anschrauben lässt, und durch den Ring *D* mit dem Cylinder in Verbindung steht. Dieses Instrument wurde eigentlich zum Zwecke der Demonstration combinirt. Einen besondern Werth erhält es überdies durch einen damit verbundenen Apparat zur Micrometrie des Augengrundes.

Dieser ist in Fig. 36[b], welche den Donders'schen Augenspiegel in einer Seitenansicht skizzirt, angegeben. (Die Buchstaben haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 36[a].)

Fig. 36b.



Vor der dem Lichte zugewendeten Oeffnung des Rohres befinden sich 2 Nadeln *oo*, welche sich mittelst einer Schraubenvorrichtung gegen einander bewegen lassen. Ihre Entfernung von einander kann man an einem Nonius ablesen, und ihre Bedeutung ist folgende: Die beiden Nadeln, welche sich zwischen Lichtquelle und Spiegel befinden, werden von letzterem auf die Retina des untersuchten Auges reflectirt, und zwar sind ihre Bilder scharf, wenn das Auge genau auf ihre Entfernung accommodirt ist. Durch Verschiebung der Objecte *oo* kann man also auch ihr Bild auf der Retina verschieben, und die beiden Spitzen einander gerade so weit nähern, dass sie ein zu messendes Object zwischen sich fassen. Um dasselbe in verschiedenen Richtungen messen zu können, lässt sich der Ring, welcher das Mikrometer trägt, um seine Axe drehen.

Kennt man die Entfernung des hintern Knotenpunctes des untersuchten Auges von den Spitzen, welche man, da ersteres ungefähr dieselbe Stellung bei allen Untersuchungen einnehmen wird, als constant annehmen kann, sowie die Distanz der beiden Spitzen, welche der Nonius angiebt; kennt man ferner die Entfernung des zweiten Knotenpunctes von der Retina, so ist die Berechnung der wirklichen Grösse des Retinalobjectes x einfach. Dieses verhält sich nämlich zu seiner Entfernung vom Knotenpuncte (G''), wie der Abstand beider Spitzen q zu ihrer Entfernung vom Knotenpuncte E:

$$x : G'' = q : E$$

$$x = \frac{G'' \cdot q}{E}.$$

G'' können wir für jeden Refractionszustand des Auges berechnen; die andern Grössen lassen sich am Instrumente ablesen.

Dies Instrument dient also ausschliesslich zur Beobachtung und Messung des aufrechten Bildes.

III. Das Mikrometer von Schneller. Ein ähnliches Mikrometer, wie das eben beschriebene, hat Schneller für das umgekehrte Bild angegeben.

Die Convexlinse nämlich, mit welcher man das umgekehrte Bild entwirft, hat eine metallne Fassung, von welcher — aus zwei gegenüberliegenden Puncten — senkrecht zu ihrer Ebene gestellte Arme auslaufen. Sie sind ungefähr 2 Zoll lang, und werden an ihrem andern Ende von einem Ring gestützt. In der Entfernung von der Linse, wo das umgekehrte Bild gewöhnlich zu liegen pflegt (ca. $1\frac{1}{2}$ Zoll), sind die Arme von solchen Spitzen durchbohrt, wie die des Donders'schen Mikrometers. Auch sie können mit Schrauben einander genähert werden, und wie von jenen zwei Puncte eines aufrechten Bildes, so werden von diesen zwei Puncte des umgekehrten zwischen ihre Spitzen genommen.

Die gefundene Distanz lässt sich an einem Massstabe ablesen. Dann hat man die Grösse des umgekehrten Bildes. Wie man daraus die wirkliche Grösse von Objecten der Retina berechnet, haben wir unter der Vergrösserung im umgekehrten Bilde angegeben.

IV. Der Augenspiegel von Javal[1]. Javal benutzte als Reflector eine Glasplatte, die er mit einem sehr feinen, durchsichtigen Platinbleche belegte. Die Rekoss'sche Scheibe mit den Correctionsgläsern ersetzte er durch ein kleines Galilæi'sches Fernrohr. Auf diese Weise lässt sich die Refraction des untersuchten Auges schnell und genau bestimmen, und setzt man statt der sphärischen, cylindrische Linsen ein, auch der Astigmatismus messen.

Ausserdem giebt die Betrachtung des Augengrundes durch ein Galiläi'sches Fernrohr die stärkst mögliche Vergrösserung im aufrechten Bilde.

Combination von Planspiegel mit Convexlinse.

V. Der Augenspiegel von Coccius besteht aus einem metallenen, in der Mitte durchbohrten Planspiegel. Er wird an einer Handhabe gehalten. An dieser befindet sich ein querer Arm, in welchem eine verschiebbare Stange läuft, deren oberes Ende die Beleuchtungslinse trägt. Letztere hat eine Brennweite von 5 Zoll. Eine spätere Modification des Instrumentes ist die, dass, statt des Armes mit dem Linsenträger, das Convexglas durch ein Charniergelenk an einen blechernen, geschwärzten Rahmen befestigt ist. Dieser hat eine grosse kreisrunde Oeffnung, und zwei umgebogene Ränder, welche es möglich machen, ihn über den Spiegel zu schieben, sodass dessen reflectirende Fläche auf die Oeffnung des Rahmens beschränkt wird. Braucht man die Beleuchtungslinse nicht, so kann man dieselbe entfernen, ihre Fassung auf die Rückseite des Spiegels legen und beliebige Correctionsgläser einsetzen.

Das Licht wird einige Zoll weiter als die doppelte Brennweite der Linse von letzterer entfernt. Die Linse stellt man schief zum Spiegel, sodass das von ihr entworfene Flammenbild auf das Auge des Untersuchten reflectirt wird.

VI. Der Augenspiegel von Follin ist dem Augenspiegel von Coccius ähnlich. Die von der Lichtflamme kommenden Strahlen werden durch ein Convexglas parallel oder convergent gemacht, ehe sie den Spiegel treffen. Der

1) Gazette hebdomad. 1870. Nr. 18. pag. 278.

Spiegel, mit einer Concavlinse als Ocular, befindet sich hierbei auf einem Stative, das einen horizontalen, beweglichen Arm trägt. An dessen äusserem Ende ist eine Kerze oder Lampe befestigt, während sich auf dem Arme, also zwischen Licht und Spiegel, eine Convexlinse hin und her schieben lässt. Sie wird so gestellt, dass die Flamme sich in ihrem Brennpuncte befindet, die von da kommenden Strahlen also parallel auf den Spiegel fallen. Letzteres ist ein Vorzug, weil man so bessere Beleuchtung erzielt, dagegen macht das Stativ den Apparat etwas schwer beweglich.

VII. Der Augenspiegel von Sämann. Auch dieser Spiegel bildet die Combination eines Convexglases mit einem Planspiegel. Das Convexglas wird in seiner Fassung von einem handlichen Stiele getragen und ist fest verbunden mit einem cubischen Kasten, welcher den Planspiegel birgt. Letzterer ist um seine verticale Axe drehbar, und in der Mitte in einem ellipsenförmigen Stücke seiner Folie beraubt.

Auf der der Spiegelfläche entsprechenden Seite ist der Kasten offen zur Beleuchtung des untersuchten Auges, auf der entgegengesetzten befindet sich eine kleine Oeffnung für das untersuchende.

Ausserdem dient ein doppelter Rahmen vor letzterer zur Aufnahme der Correctionsgläser, welche entweder einfach von oben eingeschoben werden, oder reihenförmig in eine gerade Leiste gefasst, können durchgezogen werden.

VIII. Der Augenspiegel von Meyerstein. Den Hauptbestandtheil dieses Augenspiegels bildet ein cubischer Kasten, welcher einen von einer Kante zur andern gehenden Planspiegel birgt. Letzterer steht also schief, in einer Hypothenusenfläche, und ist in der Mitte durchbohrt. Die eine Seite des Würfels, welche der reflectirenden Fläche des Spiegels entspricht, öffnet sich in ein trichterförmiges Ansatzstück zur Aufnahme des untersuchten Auges, während die andere Seite ein Convexglas trägt, zur Concentration des Lampenlichtes auf den Spiegel.

Der Seite des zu untersuchenden Auges gegenüber befindet sich an einem kurzen Rohre ein ähnlicher Becher für das untersuchende Auge, während ein zwischen diesem und dem Kasten befestigter, gegliederter Arm dazu bestimmt ist, das Licht zu tragen.

Für genauere Untersuchungen der Netzhaut kann man statt des Ansatzes für das beobachtende Auge ein einfaches Fernrohr einschrauben, welches sich bei noch weiterem Ausziehen auch zur Untersuchung der vordern Theile des Bulbus eignen würde.

Ein sehr wesentlicher Uebelstand dieses Instrumentes ist der, dass das untersuchende Auge so weit von dem Loch im Spiegel entfernt ist, dass das Gesichtsfeld ausserordentlich klein wird. Ausserdem ist dies Ophthalmoscop etwas unbehülflich, und sein Vortheil, wegen des Abschlusses der beiden Augen gegen fremdes Licht, auch im nicht verfinsterten Raume gebraucht werden zu können, nicht sehr wesentlich.

IX. Das Ophthalmoscop von Rosebrugh[1]). Dies Ophthalmoscop sollte dazu dienen, den Augenhintergrund zu photographiren, und ist im Principe dem Ophthalmoscope von LAURENCE nachgemacht. Es wird gebildet aus zwei unter einem

1) The ophthalmic Rewiew. Vol. I. p. 119. 1864.

rechten Winkel durcheinander geschobenen Röhren. Der Theil, welcher beiden gemeinschaftlich ist, enthält eine unter 45° gegen beide Röhren geneigte, dünne, planparallele, unbelegte Glasplatte als Reflector. Während nun durch das eine Rohr, mittelst eines Convexglases $\left(\frac{1}{2\frac{1}{2}}\right)$ concentrirtes Sonnenlicht auf diese Spiegelfläche fällt, wird es von dieser theilweise durchgelassen, und geht verloren, theilweise aber auch unter 90° in den andern Tubus reflectirt. Am Ende dieses Tubus befindet sich das zu beobachtende Auge in möglichst vollkommenem Contact mit der Oeffnung, um kein fremdes Licht zuzulassen.

Das andere Ende des gleichen Tubus trägt zwei planconvexe Linsen von 5″ Brennweite, die Convexität nach dem untersuchten Auge gewendet. Die erste der beiden steht ganz nahe an der Glasplatte, die zweite $1\,^2/_3$ Zoll davon entfernt. Das Ende der Röhre steckt verschiebbar in einem dunkeln Kasten von 7″ Höhe, in dessen hinterer, dem Tubus gegenüber liegenden Wand eine von einer matten Glastafel bedeckte Oeffnung von $2\,^1/_2$□″ sich befindet.

Der Gang der Lichtstrahlen aus dem untersuchten Auge ist also folgender: Sie werden von der flachen Glasplatte theilweise durchgelassen, treffen dann auf die Convexlinsen, welche von ihnen ein umgekehrtes Bild in dem dunkeln Kasten entwerfen. Der Beobachter, welcher dies Bild durch die matte Glastafel sieht, kann dieselbe so weit verschieben, dass das Bild gerade auf ihr entsteht. An Stelle des Glases lassen sich dann die mit Collodium präparirten Platten zur Photographie einfügen.

Dieser Process hat aber noch keine befriedigenden Resultate geliefert. Am meisten klagt der Erfinder über die Cornealreflexe, welche jedes photographische Bild verderben. Dagegen empfiehlt er seinen Apparat zur Demonstration des umgekehrten Bildes.

X. Der Augenspiegel von v. Jäger. v. Jäger's Instrument, in welchem sowohl ein Planspiegel als ein Concavspiegel angebracht werden kann, bildet gewissermassen den Uebergang von den planen zu den

Concavspiegeln.

v. Jäger's Augenspiegel besteht nämlich aus einer kurzen, cylindrischen, an einem Ende unter einem Winkel von 60° abgeschnittenen Röhre, die sich in einem Metallring um ihre Axe drehen lässt. Der Ring ist fest mit der Handhabe verbunden. In dem dem Patienten zugekehrten Theil des Rohres lässt sich ein im Centrum durchbohrter Planspiegel oder ein Concavspiegel anbringen.

Im Innern der Röhre befindet sich eine Blendung, und hinter derselben, dem Auge des Untersuchers zugekehrt, lassen sich die beigegebenen, corrigirenden Concav- oder Convexgläser einsetzen.

Statt dieser einfachen Oculare kann man auch ein zweites kleines Rohr über das erstere schieben, in welchem sich ein Convexglas oder zwei Planconvexlinsen, oder auch das Objectiv einer Brücke'schen Lampe befindet, sodass dann das gesammte Instrument als Loupe dient. Ein Vorzug des Jäger'schen Augenspiegels ist besonders der, dass die Correctionsgläser nicht die gleiche Neigung haben, wie der Spiegel, sondern immer so stehen, dass man in ihrer Axe durchsieht. Es wird aber allerdings durch die Entfernung des Auges von der Durchbohrung des Spiegels das Gesichtsfeld etwas beschränkt.

Eine Papierscheibe von 6 — 12″ Durchmesser, die einen Ausschnitt von der Grösse des Augenspiegelrohrs trägt, kann an dasselbe befestigt werden, sodass sie dem Beobachter als Schirm gegen das Lampenlicht dient. Andererseits sollen darauf angebrachte Zahlen dem untersuchten Auge die Fixationsrichtung angeben. So aber würden die Kranken genöthigt, für die Nähe zu accommodiren, was, wie wir oben gesehen, absolut sollte vermieden werden. Ueberhaupt hat dieser Schirm wenig Werth, und wird deshalb dem Spiegel in neuerer Zeit nicht mehr beigegeben.

XI. Der Augenspiegel von Ruete. Ruete's Augenspiegel, ein durchbohrter Concavspiegel von 3 Par. Zoll Durchmesser und 10 Zoll Brennweite, ist in einem Stative so befestigt, dass er sich um die horizontale und die verticale Axe drehen und ausserdem auf und nieder schieben lässt. An dem Fusse befinden sich zwei Ringe, mit je einem horizontalen Arme. Der eine davon ist in Zolle eingetheilt und trägt zwei senkrechte, verschiebbare Linsenhalter, in welche man Correctionsgläser einsetzen kann. Der andere trägt einen schwarzen Schirm, welcher sich beliebig stellen lässt, und dazu dient, das Beleuchtungslicht zu schwächen. Man schiebt ihn zu diesem Zwecke über einen Theil des Concavspiegels.

Bei der Untersuchung werden die Spiegel sowohl als die Correctionslinsen in gleiche Höhe gestellt, das zu untersuchende Auge in die Richtung ihrer Axe gebracht und durch die Oeffnung des Spiegels betrachtet. Je nachdem man im aufrechten, oder umgekehrten Bilde, mit stärkerer oder schwächerer Vergrösserung untersuchen will, setzt man in die Linsenhalter concave oder convexe Gläser von verschiedener Brennweite, und verschiedenem Abstande vom Auge ein. Für das aufrechte Bild benutzt man am besten Concav $1/8$ bis $1/9$, die bei Myopie dem untersuchten Auge auf 1—3″, bei Hypermetropie auf 3—5 Zoll genähert werden. Ausserdem muss der Beobachter selbst noch seine Refractionsanomalie durch eine Brille corrigiren. Für das umgekehrte Bild benutzt man ein Convexglas, oder aber, was eben Ruete's Einrichtung ermöglicht, zwei. Der Vortheil davon ist der, dass man trotz starker Vergrösserung doch ein grosses Gesichtsfeld erhält. Steht z. B. in dem dem untersuchten Auge nähern Linsenhalter ein starkes Convexglas von $1\frac{1}{2}$, so würde man damit allein ein grosses Gesichtsfeld, aber wenig Vergrösserung erreichen. Das zweite schwächere Convexglas aber, das weiter von dem ersten entfernt ist, dient dazu, dieses Bild zu vergrössern.

Ruete hat ferner seinen Augenspiegel noch so modificirt, dass er statt des etwas unbehülflichen Statives einen kleinen Hohlspiegel von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und 4 bis 6 Zoll Brennweite an einen metallnen Handgriffe befestigte. Ausserdem befindet sich hinter dem Spiegel eine Fassung für das Correctionsglas des Untersuchers. Die Arme, welche den Schirm und die Linsen tragen, sind dicht unter dem Spiegel befestigt und lassen sich aus- und einschieben.

XII. Der Augenspiegel von Anagnostakis. Der Hohlspiegel hat eine Oeffnung von 5 Cm. Durchmesser, eine Brennweite von $4\frac{1}{2}$ Zoll, und eine centrale Durchbohrung von 2 Mm. Radius. Ein kurzer Handgriff dient zu leichterer Führung desselben.

XIII. Der Augenspiegel von Ulrich. Ulrich hat Concavspiegel und Correctionsgläser in einen runden, 5″ langen Tubus von 1″ 8‴ Durchmesser vereinigt, und ausserdem mündet seitlich in denselben noch eine zweite kürzere Röhre, vor welcher ein Licht brennt. Die Kerze selbst ist nämlich auch mit dem Instrumente verbunden.

Das Licht fällt also durch die kleinere Röhre schief (unter ca. 40°) in den grösseren Tubus, wo es von einem Concavspiegel in der Richtung der Axe des letzteren reflectirt wird. Der Spiegel ist in der Mitte durchbohrt, und hinter ihm lassen sich die Correctionsgläser für den Untersucher einsetzen, welcher dies Ende des Rohres an sein Auge bringt. Letzteres lässt sich etwas ein- und ausschieben. In dem andern Theile des Tubus befindet sich eine Convexlinse von $1\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite. Diese kann mit Hülfe einer Zahnstange verstellt und mit einer Schraube fixirt werden.

Das dem Untersucher gegenüberliegende Ende des Tubus, das sich auch ausziehen lässt, wird auf das untersuchte Auge aufgesetzt, sodass also gar kein seitliches Licht, weder in dieses, noch in das beobachtende Auge fällt. Da die Distanzen zwischen beiden, und namentlich zwischen dem umgekehrten Bilde und dem Beobachter sehr klein werden, muss der Emmetrope und Hypermetrope ziemlich starke Convexlinsen $\left(\text{z. B. } \frac{1}{4\frac{1}{2}}\right)$ als Ocular einsetzen, deren Wirkung man durch Verschiebung des Tubus auf die gewöhnliche Weise noch verstärken oder schwächen kann.

Der Apparat ist unbehülflich wegen der fixen Stellung des Lichtes, des Spiegels und der Objectivlinse, und daher wenig in Gebrauch.

XIV. Der Augenspiegel von Stellwag v. Carion. Dieser besteht aus einem durchbohrten Concavspiegel von ca. 6 Zoll Brennweite, welcher durch ein Nussgelenk mit einer Handhabe verbunden ist.

An derselben befindet sich ferner ein ihr paralleler Arm, welcher eine Rekoss'sche Scheibe mit 8 Correctionsgläsern trägt. Wie beim Helmholtz'schen Augenspiegel, so kann man auch hier, durch Drehen der Scheibe, ein Glas nach dem andern hinter das Centrum des Spiegels bringen, nur ist hier der Abstand zwischen diesem und der Scheibe etwas grösser, um dem Spiegel ohne Drehung des Correctionsglases verschiedene Stellungen zu ermöglichen.

XV. Der Augenspiegel von Liebreich. Der einfachste Liebreich'sche Augenspiegel besteht aus einem metallnen, im Centrum durchbohrten Concavspiegel, der an einer Handhabe befestigt ist. Hinter dem Spiegel, dem untersuchenden Auge zugewendet, befindet sich eine kleine Fassung zur Aufnahme von Correctionsgläsern, von denen dem Instrumente eine beliebige Anzahl kann beigegeben werden. Ausserdem findet man in dem Etui des Augenspiegels noch zwei stärkere Convexlinsen von 2 und 3 Zoll Brennweite.

In jüngster Zeit hat Liebreich ein ganz ähnliches Ophthalmoscop machen lassen, dessen Spiegel aber von Glas mit central entfernter Folie besteht. Es ist ausserdem noch etwas leichter und graciler als das eben beschriebene.

XVI. Der grosse Augenspiegel von Liebreich ist ein Instrument, das sich nicht nur zum gewöhnlichen Ophthalmoscopiren, sondern namentlich zur Demonstration des Augengrundes, zum Zeichnen desselben, sowie mit einer einfachen Umändernng auch als Mikroscop für die vordern Theile des Auges verwerthen lässt.

Er besteht seiner Hauptsache nach, ganz ähnlich, wie das Ophthalmoscop von Hasner, aus zwei in einander verschiebbaren Röhren. Die engere hat ebenfalls einen seitlichen Ausschnitt, um das Lampenlicht auf den Spiegel fallen zu

lassen. Dieser ist concav, in der Mitte durchbohrt, und an einer verticalen Axe derartig in dem Rohre befestigt, dass er sich leicht drehen, und auch leicht herausnehmen lässt. Hinter ihm ist wiederum eine einfache Vorrichtung zur Aufnahme der Correctionsgläser angebracht.

In dem entgegengesetzten Ende des grössern Rohres steht ein Convexglas von $1^3/_4''$ bis $2''$ Brennweite, ebenfalls nach Art des Spiegels eingesetzt, so dass man es leicht entfernen kann.

Das Nähern und Entfernen des Convexglases an den Spiegel durch Ein- und Ausziehen des weiteren Cylinders geschieht mittelst eines Zahnrades, das in einer Zahnstange läuft, an welch letzterer man jeweilen die Entfernung der beiden Theile von einander ablesen kann.

Dieser Apparat wird von einem Stative getragen, welches am objectiven Stücke des Tubus befestigt ist, während sich das Ocular darin verschieben lässt [1]. Das Stativ wird am besten an eine Tischecke geschraubt, während man an der andern Kante der Ecke ein zweites Stativ befestigt, welches einen verstellbaren Arm mit gepolstertem Kinnhalter für den Patienten trägt.

Um den Kopf des Letztern noch besser zu stützen, befindet sich am obern Theile des grössern Cylinders, da wo das Convexglas eingesetzt ist, eine horizontale aus- und einschiebbare Stange mit einem Bogen, der sich an die Stirne des Patienten legen soll. Die Stange lässt sich mit einer Schraube fixiren, und die Entfernung des Auges vom Objectivglase an ihr direct ablesen.

Endlich kann man auch dem untersuchten Auge durch ein am Instrumente bewegliches Fixirobject die gewünschte Richtung geben.

Da auf solche Weise Kopf und Auge durch das Instrument gut fixirt sind, so ist dieses besonders dazu geeignet, das umgekehrte Bild, das ausserdem sehr deutlich in dem dunkeln Rohre erscheint, Ungeübten zu demonstriren.

Dies Bild lässt sich aber auch durch eine hinter der Spiegelöffnung angebrachte *Camera lucida* auf ein Papier projiciren und zeichnen.

Statt des Rohres mit dem Beleuchtungsspiegel lässt sich auch der Tubus eines Mikroscopes in den grössern Cylinder einsetzen, und das Ophthalmoscop ist Ophthalmomikroscop geworden. (Vergl. § 62.)

Zum Photographiren des Augengrundes hat Liebreich einen Concavspiegel von kurzer Brennweite empfohlen, der im Centrum eine Durchbohrung von ca. $5'''$ Durchmesser besitzt. Dieser wird am Objectivende einer *Camera obscura* befestigt und erleuchtet das zu untersuchende Auge durch sein reflectirtes Licht, während die aus dem *Fundus oculi* zurückkommenden Strahlen theilweise seine Oeffnung passiren, um von der Convexlinse der *Camera obscura* auf deren hinterer Wand zu einem umgekehrten Bilde vereinigt zu werden. Dieses Bild kann man mit präparirten Glasplatten auffangen und photographisch fixiren.

XVII. Der Augenspiegel von Desmarres. Spiegel und Griff dieses Instrumentes sind aus einem Stück Metall gearbeitet. Der Concavspiegel hat eine Brennweite von 7 Zoll, und einen Durchmesser von ca. 4 Cm.

Da bei der Untersuchung mit einem so grossen Spiegel die Nase des Untersuchers etwas hinderlich wird, so ist die Oeffnung zum Durchsehen nicht central angebracht, sondern es sind deren zwei excentrische vorhanden, von denen die

1) Arch. f. Ophth. VII. 2. p. 124.

eine bei der Untersuchung mit dem rechten, die andere bei der Untersuchung mit dem linken Auge gebraucht wird. Ein in der Mitte des Griffes angebrachter, und um diesen Punct drehbarer Arm, dessen anderes Ende gerade bis zu der einen oder andern Oeffnung reicht, trägt eine Fassung für Correctionsgläser. Diese können also sowohl vor die eine als vor die andere Oeffnung gesetzt werden.

Der Nachtheil der zum reflectirten Lichte excentrischen Stellung des Auges, sowie die Kritik der unverhältnissmässig grossen Beleuchtungsfläche ergeben sich von selbst aus dem, was wir oben von Beleuchtung durch Concavspiegel gesagt haben.

XVIII. Der Augenspiegel von Monoyer. Dieser zeichnet sich aus durch die Leichtigkeit mit der er sich handhaben lässt. In einer einfachen Hornfassung nämlich befinden sich drei Stücke, die sich um die gleiche Axe aus ersterer herausdrehen lassen: 1) Ein Concavspiegel von Glas, in dessen Centrum der Belag (4 Mm. Durchmesser) fehlt. 2) Eine Hornplatte mit drei in einem Bogen eingesetzten Correctionsgläsern, einem negativen und zwei positiven. Diese sind so neben einander gestellt, dass sie durch Drehung ihrer Platte successive hinter die Oeffnung im Spiegel zu stehen kommen. 3) Ein Convexglas von ca. 2 Zoll Brennweite. Dieses kann vollkommen aus dem Apparate herausgezogen werden, wenn man es zur seitlichen Beleuchtung oder für das umgekehrte Bild braucht. Der ganze Apparat ist ebenso portativ als practisch.

XIX. Der Augenspiegel von Heyfelder. Ebenfalls ein kleiner Glashohlspiegel mit Entfernung der Folie in seinem Centrum. Er wird von einem Handgriffe getragen. Ein ähnlicher Stab dient dazu, die Correctionsgläser aufzunehmen, welche aber auch an einem kleinen Arme des Griffs können angebracht, und vor oder hinter den Spiegel gestellt werden.

XX. Der Augenspiegel von v. Hasner. Der Augenspiegel von v. Hasner besteht aus zwei in einander verschiebbaren Röhren. Am einen Ende des Ganzen befindet sich der Beleuchtungsspiegel, am andern die Objectivlinse. Letztere hat eine positive Brennweite von 2 Zoll, und kann mit Hülfe zweier Schrauben schief gestellt werden. Ausserdem aber lässt sie sich durch Ein- und Ausschieben ihres Tubus dem beobachtenden Auge bis auf etwa 4″ nähern oder auf 8″ von ihm entfernen, während zu gleicher Zeit ein Index ihre relative Stellung zum Spiegel angiebt.

Das andere Ende des Tubus hat einen Ausschnitt, um das Licht einfallen zu lassen. Der Glasspiegel, der dieses auffängt, und in den Tubus reflectirt, hat eine positive Brennweite von 7″ und eine kleine centrale Durchbohrung. Auch er ist in ähnlicher Weise an einer senkrechten Axe befestigt, um welche er sich drehen lässt, wie das Objectivglas. Ausserdem befindet sich hinter dem Beleuchtungsspiegel noch eine Fassung für Correctionsgläser.

Das Licht wird bei der Untersuchung seitlich aufgestellt, der Spiegel so gerichtet, dass er die Strahlen gerade in der Axe des Tubus reflectirt, und derselbe dann mit dem Ende, welches das Convexglas enthält, dem zu untersuchenden Auge auf etwa 1 Zoll genähert. So erhält man ein umgekehrtes Bild im Innern des Tubus. Für das aufrechte Bild eignet sich der Apparat gar nicht.

Eine kleine Verbesserung brachte Professor Ryba dadurch an, dass er die Fassung für die Correctionsgläser etwas verkleinerte und mit Hülfe zweier Gelenke ihre dichte Annäherung an die Hinterfläche des Spiegels ermöglichte.

XXI. Der Augenspiegel von Williams. WILLIAMS fasst zwei kleine, durchbohrte Concavspiegel in ein Brillengestell so, dass jeder um eine verticale Axe drehbar ist und man das eine oder das andere Auge abwechselnd zur Untersuchung benutzen kann. Die Spiegel werden so gestellt, dass sie das Licht einer seitlich aufgestellten Lampe in das beobachtete Auge werfen.

Der Zweck der Fassung derselben ist der, dem Untersucher die Hände frei zu lassen. Die schwerfällige Einstellung der Spiegel aber macht die Untersuchung sehr unbehülflich und andererseits ist der Vortheil, die Hände frei zu haben, nicht bedeutend.

XXII. Der Augenspiegel von Gillet de Grand-Mont[1]) besteht ebenfalls aus einem Brillengestell, das dem Beobachteten mit einem Band am Kopfe befestigt wird. Zwischen den beiden Brillenfassungen auf der Nasenwurzel sitzt eine Metallplatte, von welcher aus gerade nach vorn ein Metallstab geht. Auf diesem läuft eine aus- und einschiebbare, sowie vor das eine oder das andere Auge stellbare Convexlinse. Als Beleuchtungsspiegel muss man irgend einen anderen Augenspiegel verwenden. Der Apparat hat also keinen anderen Zweck, als die Convexlinse, welche das umgekehrte Bild entwirft, und sonst mit der Hand gehalten wird, dem Untersuchten auf die Nase zu setzen.

XXIII. Der Augenspiegel von Laurence[2]). Das zu untersuchende Auge wird mit einem undurchbohrten Concavspiegel beleuchtet. Zwischen beiden aber befindet sich, 45° zur Axe des Auges geneigt, eine planparallele Glasplatte, welche die aus dem Auge tretenden Strahlen unter einem rechten Winkel in das Auge des Beobachters reflectirt. Auf diese Weise kann das Ophthalmoscop zur Demonstration dienen.

v. WECKER[3]) fügte unter Empfehlung dieses Principes noch bei, dass man als Reflector am besten ein englisches Mikroscopdeckelgläschen verwende, und das reflectirte Bild mit einer Loupe von $+ \frac{1}{5}$ vergrössere.

Bringt man zwischen die Glasplatte und das untersuchte Auge ein Convexglas, welches das umgekehrte Bild vor der erstern entwirft, so kann man auch dieses von der Seite her, unter 90° gegen die Axe, sehen, doch ist darin rechts und links vertauscht.

GIRAUD-TEULON[4]) machte darauf aufmerksam, dass auf diese Weise 2 bis 3 Beobachter zu gleicher Zeit ophthalmoscopiren können. Einer wird das eben beschriebene Bild sehen, ein Zweiter, der hart neben der Lichtquelle steht, das Reflexbild des Concavspiegels und endlich ein Dritter das Bild, das aus dem Auge kommend ungebrochen durch die Glasplatte geht, wenn nämlich der Concavspiegel durchbohrt, oder seiner Folie beraubt ist.

XXIV. Der Augenspiegel von Galezowski[5]). Das Instrument gleicht sehr dem von v. HASNER und dem von LIEBREICH. Es besteht ebenfalls aus einer in der Mitte aus- und einschraubbaren Röhre, deren eines Ende auf die Orbita gesetzt wird, während das andere in einem seitlichen Ausschnitte einen beweglichen, durchbohrten Hohlspiegel trägt.

---

1) Bulletin de l'académie de médecine. 1859.
2) Ophth. hospital rew. IV. 1. 129 und Klin. Monatsbl. 1868. p. 534.
3) Ophth. Congress in Heidelberg. Klin. Monatsbl. p. 404.
4) Annales d'oculistique. T. L. p. 106.
5) Acad. de méd. séance du 7. janvier. 1862.

In entsprechender Entfernung vom orbitalen Ende des Tubus enthält derselbe ein Convexglas, welches im Innern desselben das umgekehrte Bild des *Fundus oculi* entwirft. Der Tubus wird mit der Hand geführt.

XXV. Das Ophthalmoscope-réflecteur von Burke. Dies Instrument besteht aus zwei Concavspiegeln, von denen der eine, wie gewöhnlich, der Beleuchtung, der andere dazu dient, die aus dem untersuchten Auge austretenden Strahlen zu einem reellen umgekehrten Bilde zu vereinigen.

Der erste Concavspiegel ist in seiner Mitte durchbohrt, und hat eine Brennweite von 33 Cm. Dicht hinter ihm befindet sich das beobachtende Auge, und seitwärts eine Lampe, deren Licht auf diesen Spiegel fällt, während sie von dem untersuchten Auge durch einen Schirm abgeblendet wird. Vom ersten Spiegel fällt das Licht auf den zweiten, nicht durchbohrten Concavspiegel, und von diesem in das untersuchte Auge.

Der zweite Spiegel hat eine Brennweite von 19 Cm., und soll gerade um diese Distanz vom untersuchten Auge entfernt stehen, damit dessen Pupillarrand aus dem Gesichtsfeld verschwinde.

Die von dem *Fundus oculi* kommenden Strahlen werden durch diesen Spiegel, der etwas schief aufgestellt ist, in der Richtung des Untersuchers abgelenkt und zu einem reellen, umgekehrten Bilde vereinigt, welches derselbe durch die Oeffnung seines Spiegels direct, oder noch mit Vergrösserung durch ein Convexglas betrachten kann.

Ist der Grad der Myopie eines untersuchten Auges stärker, als der Concavspiegel, welcher die aus demselben kommenden Strahlen vereinigen soll, so entsteht schon vor demselben ein reelles umgekehrtes Bild, von welchem aus die Strahlen wieder divergent auf den Concavspiegel fallen, welcher also das umgekehrte reelle Bild vergrössert, und virtuell macht.

Um zu gleicher Zeit zwei Beobachtern das Opthalmoscopiren desselben Auges zu ermöglichen, durchbohrt Burke auch den zweiten Spiegel, und entwirft vor demselben durch ein vor das untersuchte Auge gehaltenes Convexglas ein reelles umgekehrtes Bild, welches der eine Beobachter durch den zweiten Spiegel in gewohnter Weise, der andere dagegen durch den ersten Augenspiegel so betrachtet, wie das Bild vom zweiten reflectirt wird, d. h. also gerade so, wie eben angegeben, wenn das untersuchte Auge stark myopisch ist. Will er ein aufrechtes Bild bekommen, dann kann er das umgekehrte virtuelle Bild durch ein Convexglas noch einmal umkehren und zugleich reell machen.

XXVI. Der Augenspiegel von Carter[1]. Es ist dies einfach das Princip des Liebreich'schen Augenspiegels, nur sind die Dimensionen verschieden.

Der Augenspiegel besteht nämlich aus mehreren, unverbundenen, auf Füssen von verstellbarer Höhe befestigten Stücken und zwar: 1) einem Kinnhalter, um den Kopf des Untersuchten zu stützen; 2) einem durchbohrten Hohlspiegel von grosser Oeffnung und sehr grosser Brennweite; 3) einem (ähnlichen) Convexglase von ca. 7″ Brennweite, welches das umgekehrte Bild des Augengrundes entwirft. Diese Bestandtheile des Ophthalmoscopes werden, da ihre relativen Entfernungen ziemlich gross sind, mit Hülfe eines Stabes so aufgestellt, dass sie ein umgekehrtes Bild des beobachteten Augenhintergrundes entwerfen, und

1) Bericht des Londoner ophth. Congresses im Aug. 1872 in Zehenders Monatsbl. Sept. 72. p. 282.

zwar ist letzteres wegen der geringen Stärke des Convexglases sehr stark vergrössert.

Zwischen Licht und Spiegel kann man, zur Entfärbung des gelben Lichtes, einen Rahmen aufstellen, welcher blaue Gläser trägt.

Das Instrument eignet sich gut zu klinischen Demonstrationen.

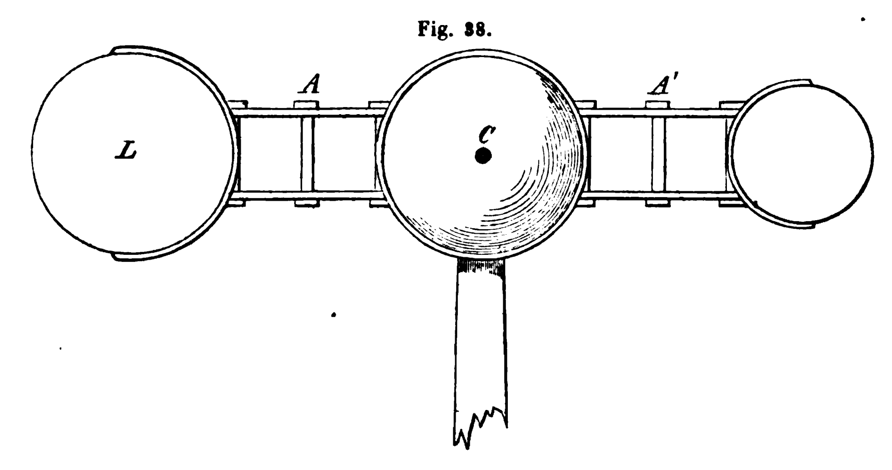
Convexspiegel.

Convexspiegel allein werden zum Ophthalmoscopiren, aus oben angeführten Gründen, nicht verwendet, wohl aber die Combination eines Convexspiegels mit einem Convexglase.

Die Vorzüge dieser Methode haben wir oben auseinandergesetzt, und dabei schon des Augenspiegels von Zehender Erwähnung gethan.

XXVII. Der Augenspiegel von Zehender (Fig. 38) ist in der That auch der einzige und treffliche Repräsentant dieses Principes. Der metallne Con-

Fig. 38.



vexspiegel *C* hat einen Krümmungsradius von 6 Zoll, und ist in der Mitte trichterförmig durchbohrt (1''',5 Durchmesser). Er wird von einem einfachen Griff getragen, der je nach der Stellung des Lichtes auch auf der entgegengesetzten Seite kann angeschraubt werden. Zu beiden Seiten des Spiegels befinden sich zwei bewegliche Arme *A* und *A'*, von denen der eine das Convexglas *L* (+ $^1/_3$) trägt, welches das Licht auf den Spiegel concentrirt, während der andere zur Aufnahme von Correctionsgläsern bestimmt ist. Bei der Untersuchung kann man also der Beleuchtungslinse jede beliebige Stellung zum Spiegel geben, und wird man das Correctionsglas dicht hinter die Oeffnung im Spiegel bringen.

Heterocentrische centrirte Spiegel.
(Reflectirende Glaslinsen als Augenspiegel.)

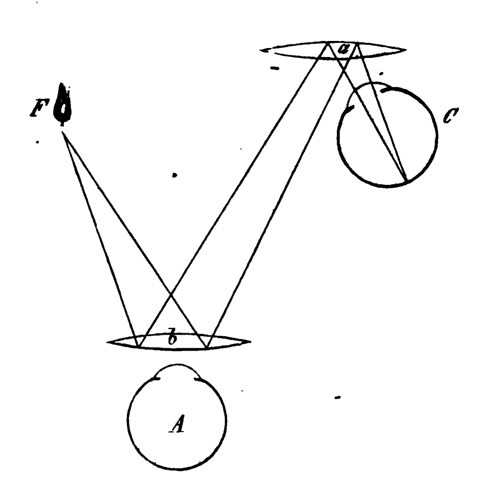
XXVIII. Der Augenspiegel von v. Jaeger. v. Jaeger war der Erste, welcher dieses Princip zur Ausführung brachte, indem er zerstreuende Menisken, mit Spiegelmetall belegt, als Ophthalmoscope verwandte. Einen solchen Spiegel kann man entweder einfach mit den Fingern halten oder in das Gestell des oben beschriebenen Jäger'schen Augenspiegels einsetzen, gerade wie den planen und den concaven, die dasselbe gewöhnlich enthält.

XXIX. Der Augenspiegel von Klaunig. Der gewöhnlich gebrauchte Augenspiegel von Klaunig ist eine biconvexe Linse von 14 Zoll Brennweite, welche auf einer Seite mit Metall belegt ist.

Im Centrum ist ein Theil des Belages entfernt zum Durchsehen, sodass die Linse einerseits wie ein Concavspiegel von $3^1/_2$ Zoll Brennweite, andererseits wie ein Convexglas von 14 Zoll Brennweite wirkt[1].

Ebensogut kann man natürlich auch, wie Klaunig selbst gethan hat, Convexgläser von stärkerer oder schwächerer Brechkraft als Ophthalmoscope verwenden. So giebt z. B. Klaunig als Ophthalmoscop für das umgekehrte Bild eine Planconvexlinse von 18 Zoll Brennweite und 22 Linien Durchmesser, deren plane Fläche spiegelt. Will man die Refraction des Glases verändern, so setzt man hinter die Stelle, wo die Folie entfernt ist, ein Correctionsglas.

Fig. 39.



Endlich combinirt Klaunig noch zwei solche reflectirende Linsen in folgender Weise: Er bringt in eine Entfernung von $1^1/_2$ Zoll von dem zu untersuchenden Auge *C* (Fig. 39) ein belegtes Convexglas *a* von 14 Zoll Brennweite, während der Beobachter *A* selbst durch eine andere belegte Linse *b* von 24 Zoll Brennweite, Licht auf die erstere reflectirt. Beide Gläser wirken als Concavspiegel, und wenn die Linse *a* richtig gestellt ist, so reflectirt sie einerseits das von *b* kommende Licht in das untersuchte Auge, andererseits, das aus diesem kommende Licht nach *b*, wo es der Untersucher durch eine von Folie befreite Stelle betrachtet. Die Entfernung von der Lichtquelle (*F*) zum ersten Reflector beträgt ca. 8″.

XXX. Der Augenspiegel von Burow. Auch der von Burow angegebene Augenspiegel besteht aus einer foliirten Biconvexlinse $^1/_5$, von deren Belag ein centraler Theil, von 1,5 Linien Durchmesser, entfernt ist. Ausserdem bringt man vor das beobachtete Auge noch ein zweites Convexglas von der Brennweite $1^1/_2$ bis $1^3/_4$ Zoll, und wählt die Entfernung von der ocularen Linse zu dem durch die Objectivlinse entworfenen umgekehrten Bilde so gross, dass letzteres gerade im Brennpuncte der Ocularlinse steht.

XXXI. Der Augenspiegel von v. Hasner. v. Hasner empfiehlt als äusserst einfache und practische Augenspiegel negative Menisken, deren convexe Fläche, mit Ausnahme einer kleinen centralen Stelle, foliirt ist. Diese Gläser, von circa 1 Zoll Durchmesser, kann sich nicht nur jeder nach seinen Bedürfnissen auswählen, sondern sogar selbst zum Gebrauche anfertigen, resp. foliiren, wozu v. Hasner die Methode genau angiebt[2].

1) Adolf Zander, Der Augenspiegel. Leipzig und Heidelberg. 1859. p. 40.
2) v. Hasner, Ueber Benutzung foliirter Glaslinsen zur Untersuchung des Augengrundes.

XXXII. Der Augenspiegel von Laurence. LAURENCE combinirt einerseits eine Convexlinse von 2 bis 3 Zoll Brennweite mit einer Concavlinse von 8 bis 10 Zoll Brennweite, welche möglichst eng mit einander verbunden und so gehalten werden, dass das Concavglas dem untersuchten Auge zugekehrt wird. Andererseits hat er auch einfach einen Meniscus von $1\frac{1}{2}''$ Durchmesser und ähnlicher Brechkraft wie die zwei Gläser construiren lassen, dessen weniger stark gekrümmte Oberfläche dem Untersuchten zugewendet ist.

Er belegt die convexe Fläche nicht, sondern findet die Beleuchtungsfähigkeit ohne Belag vollkommen genügend.

XXXIII. GIRAUD-TEULON [1]) modificirte die äussere Form des eben beschriebenen Augenspiegels von LAURENCE insofern, als er den concavconvexen Meniscus in eine cylindrische Hülse fasste, und auf einem Stative befestigte, doch so, dass sie sich um zwei senkrecht zu einander stehende Axen bewegen liess. So hat der Beobachter eine Hand frei, und kann, wenn einmal das zu untersuchende Auge richtig eingestellt ist, jede beliebige Vergrösserungslinse, selbst die Prismen des binoculären Ophthalmoscopes von GIRAUD-TEULON, vor die Oeffnung des Cylinders bringen, in welchem sich das umgekehrte Bild des untersuchten Augengrundes entwirft.

Die reflectirende Fläche des von GIRAUD-TEULON gebrauchten Meniscus ist auf 12 Cm. Radius gebogen.

Decentrirte heterocentrische d. h. prismatische Spiegel.

XXXIV. Der Augenspiegel von Ulrich. ULRICH stellte zwei Glasprismen, deren Querschnitte rechtwinklige, gleichschenklige Dreiecke bilden, *ABG* und *GDA* so zusammen, wie Fig. 40 zeigt, nämlich dass die zwei der Seite *AG* entsprechenden Kathetenflächen in eine Fläche zu liegen kommen, während die Ebenen der Hypothenusenflächen zu einander senkrecht stehen. Befindet sich nun in *F* ein Licht, dann werden die von ihm senkrecht auf *DG* fallenden Strahlen an *DA* eine totale Reflexion erleiden, und so in das untersuchte Auge *C* fallen, wenn dieses sich in der Axe *CE* der reflectirten Strahlen befindet. Ein Theil des aus diesem Auge austretenden Lichtes wird denselben Weg *CEF* zur Flamme nehmen, ein anderer aber, der auf das zweite Prisma *AGB* fällt, wird an *GB* total reflectirt und in das beobachtende Auge *A* eintreten.

Wählt man statt der planen Flächen *DG*, *AD* und *GA* convexe, so wird das Licht noch concentrirt, ausserdem lässt sich auch zwischen dem beobachtenden

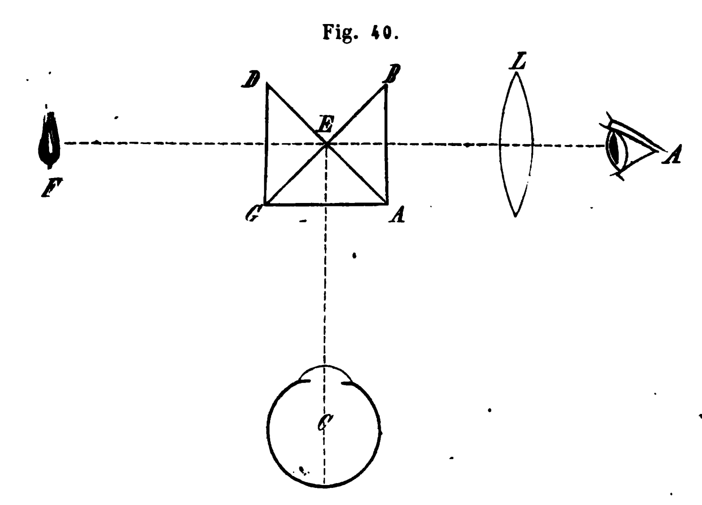
---

Prag 1855. und: A. ZANDER, Der Augenspiegel. p. 44.: Man macht einen Brei aus feinem Stuckator-Gyps, und breitet ihn 8''' dick, auf ein Brettchen aus. Die Linse, welche zum Foliiren bestimmt ist, wird mit der zu belegenden Fläche in die Paste eingedrückt, jedoch nicht tiefer, als ihre Dicke beträgt. So bleibt sie liegen, bis die Gypsmasse hart und trocken geworden ist. Hierauf hebt man sie heraus, und breitet in der Form eine doppelte Lage von Zinnfolie möglichst glatt aus. Auf diese giesst man einige Tropfen Quecksilber und lässt es mit der Zinnfolie im ganzen Umfang in Berührung und Verklebung kommen. Es bildet sich meist stellenweise an der Oberfläche des Quecksilbers ein zartes Häutchen. Dieses wird entfernt, indem man mit der gereinigten Oberfläche des zu foliirenden Glases vorsichtig über die Oberfläche hinstreicht, so lange, bis sie vollkommen spiegelt. Hierauf bringt man das Glas mit der sorgfältig gereinigten, zu belegenden Oberfläche von der Seite her in die Form, drückt es darin fest und erhält den Druck dauernd durch Belastung. Nach zwei Tagen kann man den Spiegel bereits benutzen.

1) Annales d'Oculist. 1867. LVII. p. 82.

Auge und dem Augenspiegel ein Convexglas *L* anbringen, zur Darstellung des umgekehrten Bildes.

Fig. 40.



XXXV. Der Augenspiegel von Frœbelius. Auch dieser benutzt die totale Reflexion zur Beleuchtung des Augengrundes, und zwar in der Art, dass im Helmholtz'schen Ophthalmoscope die reflectirenden Glasplatten durch ein rechtwinkliges Glasprisma ersetzt werden, dessen Hypothenusenfläche das seitwärts aufgestellte Licht total reflectirt, während eine senkrecht durch die eine Kathete zur Hypothenusenfläche gehende Durchbohrung die Untersuchung des beleuchteten Auges gestattet.

Eine Rekoss'sche Scheibe trägt die Correctionsgläser.

XXXVI. Der Augenspiegel von Meyerstein besteht aus einem planflächigen rechtwinkligen Glasprisma, welches von einer Kathete nach der Hypothenuse durchbohrt ist.

An letztere schliesst sich die Fassung des Instrumentes mit einem Rohre zum Durchsehen. Das von seitwärts durch eine Kathete einfallende Licht wird also an der Hypothenuse total reflectirt, während ein Theil des aus dem untersuchten Auge kommenden durch die Oeffnung im Prisma und das Rohr direct ins Auge des Beobachters dringt.

Das Gesichtsfeld des aufrechten Bildes wird auch bei diesem Meyerstein'schen Augenspiegel wegen der Entfernung beider Augen etwas beschränkt.

XXXVII. Der prismatische Augenspiegel von Coccius. Coccius wählte zu diesem Augenspiegel ein ungleichseitiges, rechtwinkliches Prisma, von dem er nicht die Hypothenusen-, sondern eine Kathetenfläche zur Reflexion benutzt. Die erstere wird deshalb dem Lichte, die kleinere Kathetenfläche dem Auge des Beobachters zugewendet, welcher neben derselben vorbei in das zu untersuchende Auge blickt. Das Prisma steht in einer metallnen Fassung, welche mit dem Stiele des Instrumentes, und einer zweiten Fassung zur Aufnahme von Correctionsgläsern fest verbunden ist. Letztere stossen an die kleine Kathetenfläche

des Prismas, und können, zur Vermeidung störender Reflexe, auch schief gestellt werden.

XXXVIII. Zehender verwandte, um stärkere Beleuchtung zu erzielen, rechtwinklige Prismen, deren Kathetenflächen verschieden concav oder convex geschliffen waren.

Die binoculären Augenspiegel.

Nachet jun. machte im Jahre 1852 den ersten Versuch, beide Augen zugleich beim Mikroscopiren zu verwenden, und construirte sein binoculäres Mikroscop nach folgendem Principe: (Vergl. Fig. 41.)

Fig. 41.

Ist *abc* ein Object, so würde dasselbe mit Hülfe der Convexlinse *O* ein umgekehrtes vergrössertes Bild *ABC* entwerfen. Nun befindet sich aber hinter dem Convexglase ein System von drei gleichseitigen Prismen *MPN*; *LKR* und *L'K'R'*, die mit parallelen Seiten so aufgestellt sind, wie die Figur angiebt. Die aus *O* kommenden Strahlen fallen also erst in das Prisma *MPN*, wo die einen von der Fläche *PN* nach dem Prisma *L'K'R'*, die andern von *MN* nach *LKR* reflectirt werden. In diesen Prismen wiederholt sich dasselbe an den Seitenflächen *L'K'* und *LK*, sodass statt des einen umgekehrten Bildes *ABC*, deren zwei $\alpha\beta\gamma$ und *A''B''C''* entstehen, welche, wenn die Distanz der Prismen die richtige war, gerade vor die Augen des Beobachters fallen und mit Hülfe vorgesetzter Convexgläser können betrachtet werden.

Aus diesem Principe ging der binoculäre Augenspiegel von Giraud-Teulon hervor.

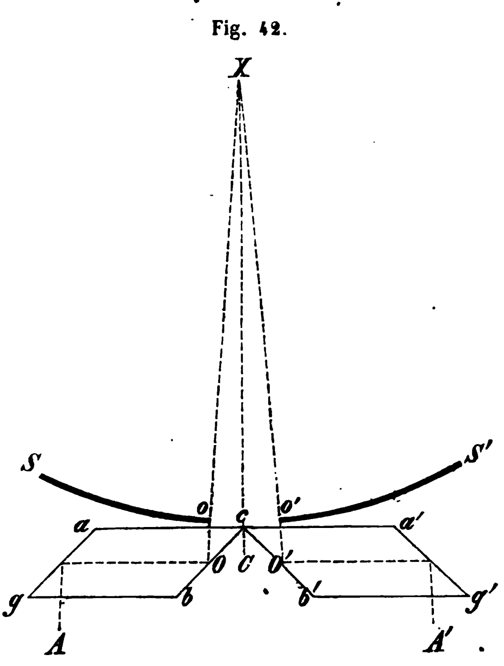
XXXIX.. Der binoculäre Augenspiegel von Giraud-Teulon. Der Zweck dieses Instrumentes ist nicht nur der, beide Augen zur ophthalmoscopischen Untersuchung verwenden zu können und das gleiche Bild mit zwei Augen zu betrachten, sondern es soll auch das stereoscopische Sehen ermöglichen, d. h. jedem Auge ein perspectivisch verschiedenes Bild des gleichen Objectes vorführen.

Die Construction ist folgende: (Fig. 42.) Ein concaver Glasspiegel *SS'*, von beinah $4^1/_2$ Cm. Durchmesser, dient zur Reflexion des Beleuchtungslichtes, das über dem Kopfe des Patienten angebracht wird, wenn, wie in den älteren Exemplaren, der Spiegel nur um eine horizontale Axe drehbar ist; dagegen seitlich, wenn er sich auch um die verticale drehen lässt, wie in den neueren.

1) Ann. d'Oculist. 1861. T. XLV. p. 284.
2) Ann. d'Oculist. 1861. T. XLV. p. 233 u. f.

Im Centrum ist der Spiegel an einer kreisförmigen Stelle *oo'* von 0,55 Cm. Durchmesser vom Belag befreit, und genau in der Mitte dieser Stelle stossen zwei Glasprismen *acbg* mit ihren scharfen Kanten zusammen. Die Winkel *acb* und *agb* betragen 45°, sodass Strahlen, welche renkrecht oder unter einem sehr kleinen Winkel auf *ac* fallen, und diese Fläche ungebrochen passirt haben, an *cb* eine totale Reflection nach *ag*, und dort eine ebensolche durch die Fläche *bg* nach aussen erleiden.

Fig. 42.



Befindet sich nun in *X* ein Object, in *A* und *A'* die Augen eines Beobachters, so bekommt jedes von den beiden Augen ein besonderes und um so verschiedeneres Bild von *X*, je grösser der Winkel *oXo'*, resp. je näher das Object am Spiegel steht.

Freilich ist das Verhältniss zwischen Accommodation und Convergenz für den Beobachter in diesem Falle ein umgekehrtes. Die Strahlen fallen nämlich unter einem sehr kleinen Winkel aus den Prismen, erfordern also auch nur geringe Convergenz der Augen. Mit derselben ist aber gewöhnlich fast vollkommene Entspannung der Accommodation verbunden, während die Nähe des Objectes in unserem Falle gerade Accommodation verlangt.

Es gelingt zwar durch Uebung bekanntlich leicht, das Verhältniss zwischen Accommodation und Convergenz zu lösen, doch hat Giraud-Teulon dies bei seinem Instrumente dadurch unnöthig gemacht, dass er zwischen den vierkantigen Prismen *acgb* und den Augen noch zwei schwache dreikantige Prismen anbrachte mit der brechenden Kante nach innen, welche die parallel auffallenden Strahlen so ablenken, als kämen sie direct vom Puncte *X*. Um aber auch die Accommodation zu erleichtern, sind die Prismen ausserdem noch schwach convex geschliffen. Gewöhnlich befinden sich sogar zwei Prismen neben einander, ein planes und ein convexes, in einer verschiebbaren Fassung, sodass man beliebig das eine oder das andere vor das Auge bringen kann.

Endlich haben die neuen Spiegel von Giraud-Teulon noch die Verbesserung, dass sie sich für jede Distanz der Augen von einander einrichten lassen. Das Prisma *acgb* ist nämlich in seiner Mitte, senkrecht auf *ac*, gespalten, und es lässt sich der äussere Theil aus- und einziehen, ohne auf die oben angegebene Richtung der Strahlen einen störenden Einfluss auszuüben. So kann also der Beobachter immer seine Augen genau in die Richtung der austretenden Strahlen bringen.

Zur Beobachtung des umgekehrten Bildes wird zwischen Spiegel und Auge in gewohnter Weise ein Convexglas gehalten.

Es fragt sich nun, ob dies Instrument wirklich seinen Zweck erfülle, nicht nur zweien Augen gleichzeitig das Ophthalmoscopiren zu ermöglichen, sondern auch einen stereoscopischen Eindruck hervorzubringen. Man hat dies bisher auch allgemein angenommen, und es ist gar kein Zweifel, dass man wirklich mit GIRAUD-TEULON's Augenspiegel die Tiefenverhältnisse des *Fundus oculi* richtig beurtheilt, also, wie man erwarten sollte, stereoscopisch sieht. SCHWEIGGER [1]) dagegen behauptet, auf Grund von Versuchen mit dem Hering'schen Fallapparate, dass dies stereoscopische Sehen auf Täuschung beruhe, indem man eben so häufig falsch über den Ort der fallenden Kugel urtheile beim Sehen mit dem binoculären Augenspiegel, als beim monocularen Sehen.

Offenbar hängt die Frage, ob stereoscopisch oder nicht stereoscopisch könne gesehen werden, d. h. ob die Bilder für beide Augen genügende perspectivische Verschiedenheit besitzen, um im Centralorgan einen stereoscopischen Eindruck hervorzurufen, von dem Winkel OXO' (Fig. 42) ab, unter welchem man das Object betrachten kann. Die Puncte OO' liegen je nach der Weite der Pupille des Untersuchten und der Oeffnung oo' des Spiegels näher an c oder an bb'.

Ophthalmoscopirt man im aufrechten Bilde, so kann die Distanz vom Spiegel zum untersuchten *Fundus oculi* etwa 50 Mm. betragen. Nehmen wir für die Entfernung $OO' = 8$ Mm., was bei gewöhnlicher Weite der Pupille, und dem gewöhnlichen Durchmesser der vom Belag befreiten Spiegelstelle sehr leicht möglich ist, dann wird der Winkel $OXO' = 10^\circ$. Ist die Distanz zwischen beiden Augen 64 Mm., dann liegt ein Object, das unter Convergenz von 10° gesehen wird, 400 Mm. von den Augen entfernt. Da aber Versuche von LANDOLT und STAMMESHAUS mit dem Ptotostereoscope (dem von DONDERS verbesserten Hering'schen Fallapparate) ergeben haben, dass noch in einer Entfernung von 1 Meter und mehr sicher stereoscopisch gesehen wird, so ist nicht einzusehen, warum nicht auch mit dem Giraud-Teulon'schen Augenspiegel im aufrechten Bilde stereoscopisch sollte gesehen werden.

XL. GIRAUD-TEULON hat in Ophthalmic Review, April 1867, p. 248, eine Modification seines binoculären Ophthalmoscopes angegeben, welche darin besteht, dass das umgekehrte Bild mit Hülfe eines Meniscus-Linsenspiegels (LAURENCE) entworfen wird. Es fällt also der concave Beleuchtungsspiegel seines Instrumentes weg. An seine Stelle kann man ein Convexglas setzen, welches mit Hülfe der hinter den Glasrhomboedern befindlichen Convexgläsern eine sehr starke Vergrösserung des umgekehrten Bildes ermöglicht.

XLI. Der binoculäre Augenspiegel von Coccius [2]) bildet eine Modification des Augenspiegels von GIRAUD-TEULON: »Unmittelbar hinter dem sechszölligen Beleuchtungsspiegel und vor dem Prismenapparate, befindet sich eine Convexlinse von 12 Zoll Brennweite, welche dem Bilde grössere Helligkeit verleiht und dadurch zugleich eine stärkere Vergrösserung gestattet. Die Vergrösserung wird erzielt durch ein kleines, für die Nähe berechnetes Theaterperspectiv, welches

1) Handb. d. Augenheilk. p. 110.

2) Bericht über den Londoner ophth. Congress von 1872 in ZEHENDER's Monatsblättern. Sept. 1872. p. 288.

mit dem Spiegel und Prismenapparate in Verbindung steht. Durch diese Vorrichtung erhält man im umgekehrten Bilde, bei völliger Klarheit und Schärfe, die stärksten Vergrösserungen, die man bis jetzt im umgekehrten Bilde hat erreichen können.«

XLII. Ein früherer, von Coccius angegebener binoculärer Augenspiegel bestand aus einem Concavspiegel und zwei Planspiegeln.

Der Concavspiegel war durchbohrt, und diente in gewohnter Weise zur Beleuchtung. Hinter diesem befand sich ein ebenfalls durchbohrter Planspiegel, die reflectirende Fläche dem Untersuchten zugewendet, und einen Winkel von ca. 45° mit der Gesichtslinie des einen beobachtenden Auges bildend. Vor dem andern Auge stand ein undurchbohrter Planspiegel, parallel dem erstern, mit der Spiegelfläche diesem zugekehrt.

So passirten die aus dem untersuchten Auge kommenden Strahlen erst die Oeffnung des concaven Beleuchtungsspiegels, dann zum Theil die des ersten Planspiegels, und gelangten hierauf in das eine Auge. Ein anderer Theil der Strahlen aber wurde von dem Planspiegel in horizontaler Richtung auf den zweiten Planspiegel reflectirt, und von diesem unter gleichem Winkel in das andere Auge des Beobachters. Auf diese Weise erhielt derselbe zwar ein Bild für jedes Auge, jedoch waren die Bilder vollkommen gleich. Der Untersucher sah also wohl binoculär, aber nicht stereoscopisch. Immerhin ist der Eindruck den zwei Augen liefern ein lebhafterer, als der eines einzelnen Auges.

XLIII. Laurence versuchte beiden Augen gleichzeitig das Ophthalmoscopiren zu ermöglichen durch einen grossen Concavspiegel, der zu beiden Seiten seines Centrums für jedes Auge ein Loch trug. Auf diese Weise aber kann die Richtung der von dem zu beobachtenden *Fundus oculi* kommenden Strahlen nicht mit den Gesichtslinien der beiden Augen zusammenfallen.

XLIV. Schweigger [1]) verwandte zwei durchbohrte Concavspiegel, welche in einer Entfernung von einander, die der Entfernung beider Augen entspricht, in ein mit Handgriff versehenes Gestell so befestigt werden, dass jeder Spiegel sich um eine horizontale und eine verticale Axe drehen lässt. Nun stellt man das Instrument so ein, dass jedes Auge durch einen der Spiegel sieht, und die von beiden entworfenen Flammenbilder aufeinanderfallen. Die Methode eignet sich wohl zur Untersuchung der vordern Theile des Bulbus, auch für Netzhautablösungen, allein für tiefer gelegene Objecte, sowie für die Untersuchung im umgekehrten Bilde ist diese Methode nicht anwendbar [2]).

Augenspiegel für zwei Beobachter.

Diese haben hauptsächlich den Zweck der klinischen Demonstration. Es kann sich dabei der Lehrer nämlich immer überzeugen, ob das Ophthalmoscop richtig eingestellt sei, und es wird ihm, da er mit dem Schüler gleichzeitig das gleiche Bild ansieht, die Erklärung desselben leichter.

XLV. v. Wecker und Roger theilten 1870 der Académie des Sciences in Paris eine Einrichtung mit, welche zwei Beobachtern zu gleicher Zeit die Betrachtung des umgekehrten Augenspiegelbildes ermöglicht. Vor das in gewohnter Weise durch ein Convexglas entworfene umgekehrte Bild wurde eine Combination von zwei mit der Hypothenusenfläche aufeinander liegenden Prismen von 48° und von 42° gebracht.

---

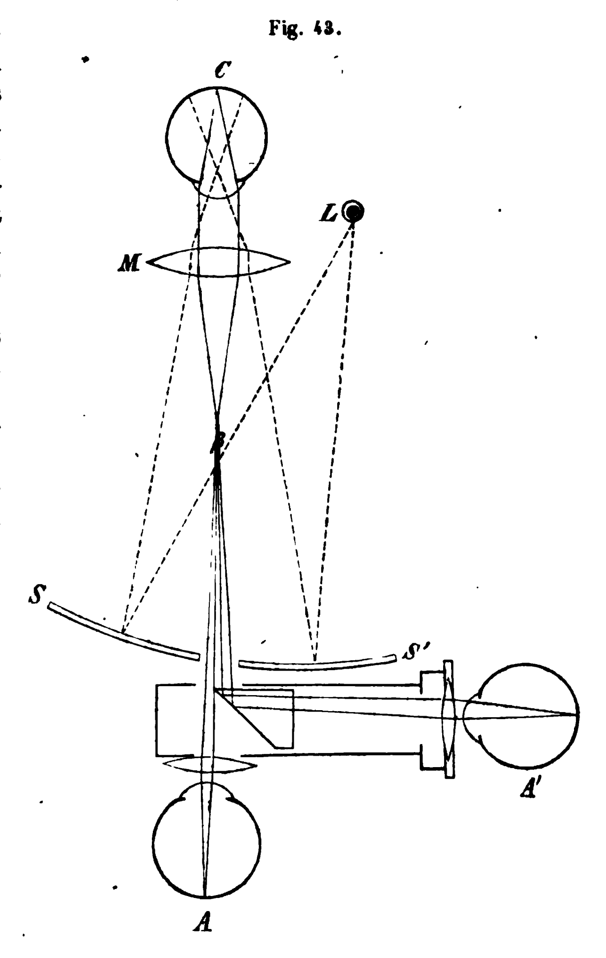
1) Handb. d. spec. Augenheilk. 2. Aufl. p. 112.

2) Schweigger, Handbuch d. spec. Augenheilk. p. 107. 1871.

Ein Theil der vom umgekehrten Bilde kommenden Strahlen geht ungebrochen durch, und fällt in das Auge des einen Beobachters, während ein anderer Theil, von der Hypothenusenfläche reflectirt, das Auge des andern Beobachters trifft. Die Richtung dieser letztern Strahlen ist also senkrecht auf die der erstern.

XLVI. Ein ähnliches Instrument ist das *Ophthalmoscope à deux observateurs* von Dr. A. Sichel [1]) in Paris. Es besteht aus einem central durchbohrten Concavspiegel *SS'* (Fig. 43) von 13" Brennweite, welcher das Licht einer seitwärts stehenden Lampe *L* in das beobachtete Auge *C* wirft. Vor letzterem befindet sich das Convexglas *M*, welches von den aus dem *Fundus oculi* kommenden Strahlen ein reelles umgekehrtes Bild in β entwirft. Von hier aus gehen die Strahlen divergent weiter, und fallen durch die 1 Cm. weite Oeffnung des Concavspiegels in einen Kasten, dessen eine dem Spiegel entsprechende Oeffnung zu $^2/_3$ von einem Prisma eingenommen wird, während das andere Drittel frei bleibt.

Fig. 43.



Der durch letzteres gehende Theil des Strahlenbündels gelangt direct, oder durch ein Convexglas in das Auge des einen Beobachters *A*, während der andere Theil an der Hypothenusenfläche des Prismas eine totale Reflexion nach dem andern Ende des Kastens erleidet, wo sich der zweite Beobachter *A'* befindet, der sein Auge ebenfalls mit einem Convexglas oder durch Accommodation für das Bild β einstellen kann. Letzteres wird ihm dabei, wie jedes Spiegelbild, mit Vertauschung von Rechts und Links erscheinen. Ein zweites Prisma könnte, wenn man es für nothwendig hielte, diese Umdrehung wieder aufheben. Kasten und Spiegel sind mit einander verbunden, und können beliebig, entweder an einer gewöhnlichen Handhabe, oder auf einem unbeweglichen Stative befestigt werden.

1) Annales d'oculistique. T. LXVII. 1872. p. 57.

Einen dritten Augenspiegel für zwei Beobachter haben wir oben unter den Concavspiegeln erwähnt, nämlich den von Burke.

Alle diese Ophthalmoscope für zwei Beobachter theilen die vom umgekehrten Bilde kommenden Strahlen in zwei Theile; die Bilder werden also auch entsprechend lichtschwächer und darum undeutlicher, als ein einziges. Es wäre daher jedenfalls rathsam alles fremde, störende Licht auszuschliessen und das ophthalmoscopische Bild in einem dunkeln Kasten aufzufangen, um es deutlicher zu machen.

Autophthalmoscopie.

Sowie man ein fremdes Auge mit Hülfe eines Augenspiegels untersuchen kann, so lässt sich auch durch eine richtige Combination von Spiegeln das eine eigene Auge erleuchten, und mit dem andern ophthalmoscopiren.

Schon Helmholtz giebt in seiner Beschreibung eines Augenspiegels (p. 13) eine Methode an, wie man mit dem einen Auge das andere leuchten sehen könne:

Man tritt vor einen Spiegel, und stellt seitwärts eine Lampe auf. Dann hält man ein Stückchen ebenen Glases so vor sein rechtes Auge, dass man darin die Flamme gespiegelt sieht, und dreht es so, dass das Flammenbild mit dem Spiegelbilde des linken Auges zusammenfällt. Dann sieht das linke Auge das Spiegelbild der rechten Pupille schwach leuchten.

XLVII. Methode von Coccius. Wir setzen ein emmetropisches, accommodationsloses Auge voraus. Die Retina dieses Auges, namentlich die Eintrittstelle des *Nervus opticus*, wird durch den Zerstreuungskreis eines vor und etwas nach aussen von demselben stehenden Lichtes erleuchtet. Die Strahlen aber können nur durch die eine Hälfte der Pupille eindringen, indem die andere durch einen vorgehaltenen Planspiegel abgeschlossen ist. Die von der Papille kommenden Strahlen verlassen das Auge parallel. So treffen sie auf den Planspiegel, von welchem sie auch parallel reflectirt werden. Nun kann man diesem eine solche Stellung geben, dass die reflectirten Strahlen der Papille gerade auf der *Macula lutea* zur Vereinigung kommen. So sieht also das Auge seine eigene Papille im Spiegel.

Das Autophthalmoscop, welches Coccius zu diesem Zwecke construirt hat, besteht aus einem innwendig geschwärzten, 2 Zoll langen Rohre. An seinem vordern Ende befindet sich ein central durchbohrter, metallner Planspiegel von ½″ Durchmesser, am hintern Ende eine beleuchtende Convexlinse von 3″ Brennweite. Letztere ist grösstentheils durch eine Blendung verdeckt, sodass von ihr nur eine excentrische Stelle von 5‴ Durchmesser frei bleibt.

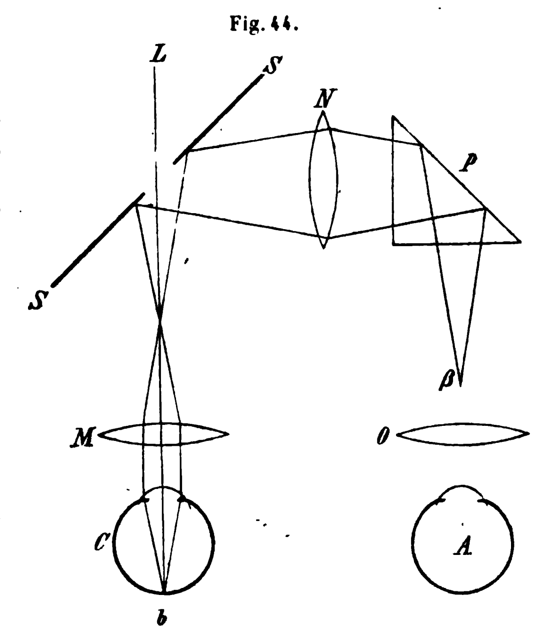
XLVIII. Autophthalmoscopie nach Zehender. Zehender[1]) lässt ein Auge sich selber ophthalmoscopiren nach folgender Methode: Vor ein Auge werden zwei unter beliebigem Winkel zu einander stellbare Planspiegel gebracht, und zwar so, dass das Bild des Auges nach Reflexion am ersten und am zweiten Spiegel von letzterem wieder in's Auge gelangt. Es sieht sich das Auge dann einerseits etwas schief, je nach der Grösse des Winkels, den die beiden Spiegel

1) Klin. Monatsbl. I. 1863. p. 230.

zusammen bilden und ausserdem rechts und links verwechselt. Nun bringt man hart neben das Auge ein Licht, und stellt es so, dass sein Spiegelbild mit dem zum zweiten Mal reflectirten Bilde der Pupille zusammenfällt. Dann gelangt von dem reflectirten Lichte also auch etwas in das Auge. Dieses sieht seine eigene Pupille leuchten und kann, wenn es emmetropisch und accommodationslos ist, auch seitlich von der *Macula lutea* gelegene Theile seiner Retina erkennen. Ist das Auge myopisch, so ersetzt man den zweiten Planspiegel durch einen Concavspiegel, dessen Radius doppelt so gross ist als die zur Correction nöthige negative Brennweite. Um starke Beleuchtung zu erzielen, kann man statt des ersten (Beleuchtungs-)Spiegels einen Concavspiegel und statt des zweiten einen Convexspiegel benutzen, die beide gleiche Brennweite haben.

XLIX. Das Autophthalmoscop von ***Heymann***. Dieses Instrument hat den Zweck, dem einen Auge das umgekehrte Bild des andern Auges vorzuführen und ist in folgender Weise eingerichtet: (vergl. Fig. 44.) *A* ist das untersuchende, *C* das untersuchte Auge. Letzteres wird beleuchtet von einer Flamme *L*, deren Licht durch die Oeffnung eines schwachen Concavspiegels *SS* auf eine Linse *M* ($2\frac{1}{2}''$ Brennweite) und von dieser concentrirt, in das Auge *C* fällt.

Fig. 44.



Ist das Auge *C* emmetropisch, so sind die von seiner Retina kommenden Strahlen ausser dem Auge parallel, werden also im Brennpuncte der Linse *M* sich kreuzen und divergent auf *SS* fallen. Hier werden sie noch immer divergent reflectirt, von der Linse *N* aber wieder gesammelt, und treffen so auf das Prisma *P*, dessen eine Kathete sie beinah ungebrochen passiren, während sie an seiner Hypothenuse eine totale Reflexion erleiden. So vereinigen sie sich dann im Puncte *β* zu einem reellen Bilde, welches das Auge *A*, durch die Convexlinse *O* vergrössert, betrachtet.

Was die Stellung des Bildes *β* anbelangt, so ist dasselbe aufrecht; denn das von *M* gelieferte umgekehrte Bild wird von *N* noch einmal umgekehrt, also wieder in ein aufrechtes verwandelt.

L. Nach Heymann gab Giraud-Teulon [1]) eine ähnliche, aber weniger vollkommene Methode der Autophthalmoscopie: Das eine Auge — nehmen wir bei-

1) Annales d'oculistique. XLIX. 1863. p. 181.

spielsweise das rechte — sieht durch einen durchbohrten Concavspiegel, welcher das seitwärts brennende Licht auf einen 45° zur Augenaxe geneigten, senkrechten Planspiegel reflectirt. Von hier gelangt das Licht, unter gleichem Winkel reflectirt, auf einen ihm zugewendeten zweiten Planspiegel, der vor dem linken Auge steht und auch 45° mit dessen Axe macht. Dieser reflectirt das Licht durch ein zwischen ihm und dem Auge stehendes Convexglas in das linke Auge. Auf dem gleichen Wege gelangen die vom *Fundus oculi sinistri* kommenden Strahlen, welche von der Convexlinse zu einem umgekehrten Bilde vereinigt werden, in das rechte, untersuchende Auge.

Die Vergrösserung, sowie die Klarheit des Bildes ist bei dieser Methode geringer, als bei der Heymann'schen.

LI. Zur ophthalmoscopischen Beobachtung des einen Auges durch das andere hat Coccius ein von ihm so genanntes binoculäres Autoscop angegeben: Vor das eine Auge bringt er einen durchbohrten Planspiegel, welcher das Licht einer seitlich aufgestellten Lampe auf einen zweiten nicht durchbohrten Plan- oder Concavspiegel wirft. Von diesem fällt das Licht in das andere, zu untersuchende Auge, welches dadurch beleuchtet wird. Auf demselben Wege gehen die Strahlen aus dem Fundus dieses Auges wieder zurück in das erstere untersuchende Auge.

LII. Ein ganz ähnliches Autophthalmoscop hat Giraud-Teulon construirt: Er benutzt dazu zwei unter einem rechten Winkel gegen einander geneigte, senkrechte Spiegel. In solchen Spiegeln sieht man bekanntlich rechts und links vertauscht, so dass also dem rechten Auge das linke, dem linken das rechte gegenüber steht. Auf diese Weise kann er mit Hülfe eines Augenspiegels das Spiegelbild des einen mit dem andern Auge ophthalmoscopiren.

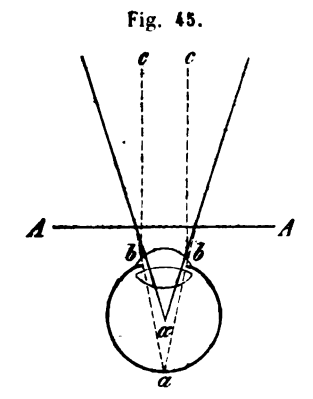
§ 62. **Die Untersuchung des Auges unter Wasser.** Wäre die Cornea, statt sphärisch gekrümmt, eine plane Fläche, dann würden die von der Retina kommenden Strahlen, die das emmetropische Auge parallel verlassen, so divergent austreten, als kämen sie von einem weit vor der Retina liegenden Puncte her. Parallel einfallende Lichtstrahlen würden sich nicht in einem Puncte der Retina vereinen, sondern einen Zerstreuungskreis bilden. In diesem Falle könnte man sein Auge also leicht in die Richtung der von der Retina kommenden Strahlen bringen, ohne das Beleuchtungslicht abzuschneiden, und folglich auch den Augenhintergrund sehen.

Gerade so verhält sich ein Auge, wenn man es unter Wasser setzt. Da nämlich der Brechungsindex der dioptrischen Medien des Auges ungefähr derselbe ist wie der des Wassers, so hat nun die zwischen beiden liegende Cornea keinen Einfluss mehr auf den Gang der Strahlen, und diese verhalten sich genau so, als passirten sie nur die plane Trennungsfläche zwischen Luft und Wasser. (Fig. 45.) Strahlen z. B., welche von einem Puncte a des Augengrundes ausgehen, und unter normalen Verhältnissen den Gang abc genommen hätten, resp. parallel ausgetreten wären, gehen nun direct bis zur Wasseroberfläche AA, und werden dort beim Uebergang in Luft vom Einfallslothe abgelenkt, d. h. so divergent gemacht, als kämen sie von einem vor der Retina gelegenen Puncte α her. Ein beobachtendes Auge wird demnach den Punct a der Retina in α sehen.

Der Erste, welcher auf dies Phänomen aufmerksam machte, war Méry [1]), und La Hire [2]) gab die Erklärung desselben.

Um die Untersuchung unter Wasser zu erleichtern, construirte Czermak [3]) ein Orthoscop. Dieses besteht aus einem Glaswännchen von nebenstehender Form (Fig. 46). Oben und hinten ist es offen, während die untere, die innere und die äussere Wand so geschnitten sind, dass sie sich leicht an die Nasenseite, an den unteren und den äusseren Orbitalrand andrücken lassen. Um den Anschluss noch vollständiger zu machen, kann man die Ränder mit Fensterkitt oder Brodkrumen verkleben. Hierauf wird das Gefäss von oben mit lauem Wasser gefüllt, worin am besten etwas Kochsalz gelöst ist, und das Auge kann durch die vordere Wand betrachtet werden.

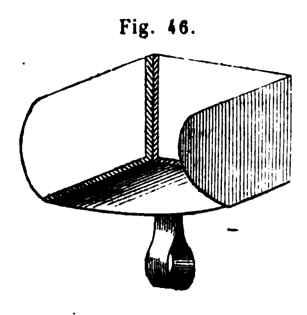
Fig. 45.



Die Form, die man dem Wännchen geben will, ist natürlich gleichgültig. Es kommt nur darauf an, dass sie sich so fest anschliesse, dass kein Wasser ausfliesst und dass sie dem Beobachter eine plane, durchsichtige Fläche darbiete.

So hat Coccius ein Orthoscop angegeben, das aus einer Glasschaale besteht, deren Oeffnung der Form der Augenspalte entspricht, und, mit Wasser gefüllt, an die geschlossenen Lider gepresst wird, worauf man diese öffnet, um das Wasser in Contact mit der Cornea zu bringen.

Fig. 46.



Es genügt übrigens (Coccius) einen Tropfen Wasser auf die Cornea zu bringen, und ein Deckgläschen, wie man es beim Microscopiren braucht, darauf zu legen, und man hat schon die plane Fläche und dahinter Wasser als brechendes Medium. Freilich ist letztere Methode für den Untersuchten etwas lästig.

Da wir mit einer Auswahl der verschiedenartigsten Augenspiegel ausgerüstet sind, so wird man zur Untersuchung des Augenhintergrundes kaum je das Orthoscop verwenden. Wohl aber kann man es brauchen zur Demonstration der wirklichen Lage der Iris. Letztere wird nämlich unter gewöhnlichen Verhältnissen durch den von Cornea und Humor aqueus gebildeten Meniscus vergrössert, und scheint nach der Cornealmitte zu mehr vorgebaucht als sie es in Wirklichkeit ist. Die vergrössernde Wirkung der vor ihr liegenden Medien wird aber durch die vorgesetzte plane Wasserfläche aufgehoben, und die Iris erscheint dann in ihrer wirklichen Lage.

Zur Untersuchung der vordern Theile des Augapfels benutzt man gewöhnlich die seitliche Beleuchtung mit concentrirtem Lichte.

§ 63. **Die Untersuchung mit seitlicher Beleuchtung.** Man geht dabei am besten in der Weise vor, dass man das Licht einer seitlich und in gleicher Höhe mit

1) Histoire de l'académie royale des sciences. p. 261. 1704.
2) Histoire de l'acad. royale des sciences. p. 95. 1709.
3) Prager Vierteljahrschrift f. pract. Heilkunde. 1851. Bd. XXXII. p. 154.

dem zu untersuchenden Auge brennenden Lampe, mittelst eines Convexglases von ca. 2 Zoll Brennweite, auf die zu untersuchenden Theile desselben wirft.

Auf diese Weise wird es möglich die Cornea, den Humor aqueus, die Iris, die Linse, sowie die vordern Theile des Glaskörpers, und unter gewissen Umständen sogar einen Theil der Corpora ciliaria intensiv zu beleuchten.

Hält man ausserdem mit der andern Hand, deren vierter Finger das obere Lid des Patienten stützen kann, ein Convexglas vor, so gewinnt man dadurch ausserdem eine beträchtliche Vergrösserung. Wichtig ist es, das Licht so seitlich einfallen zu lassen, dass man keine störenden Cornealreflexe bekommt. Man kann dann auch die Cornea im durchfallenden Lichte beleuchten.

Die Richtung des Beleuchtungslichtes, je nachdem die Lampe mehr voroder mehr zurücksteht, sowie die Concentration desselben, bedingt durch die verschiedene Entfernung des Convexglases vom beobachteten Auge, lassen so feine Modificationen der Untersuchung zu, dass man bei einiger Uebung die Schichten der Cornea, sowie die der Linse successive beleuchten und untersuchen kann, und jede Anomalie zu localisiren im Stande ist. Es hat darum die seitliche Beleuchtung, wenn sie mit Gewandtheit ausgeführt wird, ausserordentlich grossen Werth.

Die Tiefenlage der verschiedenen vorderen Theile des Auges wird bei Focalbeleuchtung besonders deutlich, wenn man sich dazu für beide Augen eines starken Leseglases, z. B. $+ 1/_5$, bedient (Saemisch). So sieht man mit jedem der beiden Augen an einer entgegengesetzten Seite durch den Rand des Glases. Die prismatische Wirkung des Glases kommt der Convergenz zu Hülfe, und so wird mit Bequemlichkeit auf sehr kleinen Abstand binoculär gesehen. Denselben Zweck erreicht man durch ebenso starke positive Brillengläser verbunden mit Prismen, deren brechende Kante nach aussen gerichtet ist, oder auch durch eine schmälere, oder etwas schief eingeschliffene Brille, bei der die Centren der Gläser medianwärts gerückt sind, so dass beiderseits durch die äusseren Ränder gesehen wird.

Wünscht man noch eine stärkere Vergrösserung der Cornea und Iris, als sie ein einfaches Convexglas zu geben im Stande ist, so bedient man sich mit Vortheil der Cornealmicroscope.

Das erste Cornealmicroscop hat Liebreich angegeben. Es besteht aus einem Schiek'schen Microscope, das sich in den Tubus des Demonstrationsophthalmoscopes von Liebreich einsetzen lässt. Die Stirn des Untersuchten wird also ebenfalls durch zwei verstellbare Pelotten gestützt, während sein Kinn auf dem davon getrennten Kinnhalter ruht. Zur Beleuchtung dient eine Convexlinse von 1½ Zoll Brennweite, welche mittelst der vielfachen Gelenke ihres Halters beliebig verstellbar, das Licht auf die zu untersuchenden Theile concentrirt.

In gleicher Weise benutzte v. Wecker[1]) ein kleines Microscop von Hartnack, mit einer linearen Vergrösserung von 40 bis 60, dessen oculares Endstück in eine Metallplatte eingesetzt ist. Diese hat drei aus- und einziehbare Füsse, von denen zwei auf die Stirne, einer auf die Wange des Patienten aufgesetzt wird.

Die Beleuchtung geschieht mit Hülfe eines Convexglases, welches durch einen Arm mit drei Charnieren an der Metallplatte des Instrumentes befestigt ist.

1) Annales d'oculistique. XLIX. 1863. p. 258.

Gayet, chirurgien en chef in Lyon, hat ein Cornealmicroscop construirt, das sich durch die Sicherheit und Genauigkeit seiner Bewegungen auszeichnet. Das Instrument ruht auf einer starken Säule, welche in einem Hohlcylinder auf- und abgeschoben, und befestigt werden kann. Das Auge wird durch einen mit dem Gestelle verbundenen Metallring fixirt, dessen ausgeschnittene Ränder sich genau an die Orbita anlegen. Eine an einem gelenkigen Arme verstellbare Fixirkugel giebt ihm die gewünschte Richtung.

Zur seitlichen Beleuchung dient eine um drei Axen drehbare Convexlinse, welche ihr Licht von einem Apparate erhält, wie ihn Krishaber zur Laryngoscopie angegeben hat. Dieser besteht aus einer Oellampe, deren Flamme im Focus eines Concavspiegels brennt. Die so parallel gemachten Strahlen werden durch eine Planconvexlinse von 7 Cm. Brennweite wieder concentrirt. Die Bewegungen des Microscopes werden vermittelt durch drei starke Schrauben, welche dasselbe nach allen drei Dimensionen in sicheren Führungen verschieben. Das Instrument gestattet eine 25- bis 30fache Vergrösserung.

§ 64. **Bestimmung der Tiefe der vorderen Kammer.** Die Tiefe der vorderen Kammer lässt sich mit einfacher seitlicher Beleuchtung annähernd bestimmen. Zu genauen Messungen dienen das Ophthalmometer (vgl. § 79), oder aber ein von Donders eigens dazu angegebenes Instrument.

Donders construirte zur Messung der Tiefe der vordern Kammer einen Apparat, welcher aus einer Kinnstütze für den Untersuchten, und einem dessen Auge gegenüber aufgestellten Liebreich'schen Cornealmicroscope besteht. Im Centrum des Objectives des letztern befindet sich ein kleines, schief gestelltes, dem Untersuchten zugekehrtes Spiegelchen. Irgend ein ferner Gegenstand, welcher von demselben in axialer Richtung reflectirt wird, bildet das Fixirobject für den Untersuchten, welchen man also blos anzuweisen braucht, in das Spiegelchen zu sehen. Während er dies thut, streut man auf die Cornea seines Auge einige Calomelstäubchen, welche also den Ort der Cornealvorderfläche bezeichnen, und stellt das Microscop erst darauf, hernach auf den Pupillarrand der Iris ein.

Die Schraube, mit welcher man letztere Einstellung vornimmt, bewegt ausserdem einen Zeiger, der auf einem, mit dem Microscope verbundenen vertical stehenden Halbkreise die auf demselben verzeichneten linearen Masse angiebt, welche der Verschiebung des Microscopes entsprechen. Zugleich mit diesem bewegt sich noch ein zweiter Zeiger, aber nach Art der Maximalindices nur in einer Richtung, sodass er beim Zurückdrehen des ersteren stehen bleibt, und man die Einstellung nachträglich ablesen kann.

Freilich entsprechen die so gefundenen linearen Masse nicht der wirklichen Tiefe der vorderen Kammer, weil der durch Cornea und Humor aqueus gebildete positive Meniscus die Iris weiter vorn erscheinen lässt, als sie wirklich ist. Man müsste daher das gefundene Mass in ähnlicher Weise wie dies bei der ophthalmometrischen Bestimmung der Tiefe der vordern Kammer angegeben wird, auf seine wirkliche Grösse reduciren.

§ 65. **Gang der Untersuchung mit auffallendem und durchfallendem Lichte.** Die Untersuchung mit seitlicher Beleuchtung sowohl als die mit dem Augenspiegel soll stets in einem dunkeln Zimmer vorgenommen werden.

Als Lichtquelle benutzt man am besten eine ruhig brennende, möglichst wenig Wärme ausstrahlende Lampe.

Der Patient sitzt zur rechten oder linken Seite des Tisches, worauf die Lampe steht, der Untersucher ihm gegenüber. Vortheilhaft ist es, wenn man der Lampe gerade gleiche Höhe mit den Augen des Untersuchten geben kann.

Die Untersuchung mit seitlicher Beleuchtung lässt man der ophthalmoscopischen vorangehen. — Man wird am genauesten und bequemsten untersuchen, wenn man ein für alle Mal einer geordneten Methode folgt: — Während die eine Hand die Lider des Patienten leicht stützt und soweit offen hält als gerade nöthig, beleuchtet die andere mit Hülfe eines Convexglases von ca. $1/2$ successive die Schichten der Cornea, dann den Humor aqueus, die Iris, die Schichten der Linse und die vordern Theile des Glaskörpers. Um alle diese Theile im günstigsten Lichte zu sehen, ist es nöthig die Lampe nicht immer am gleichen Orte stehen zu lassen, sondern sie allmählig mehr nach vorne zu bringen, sodass man immer steiler einfallendes Licht erhält, ja in vielen Fällen wird einem die Versetzung der Lampe auf die andere Seite des Patienten noch genauern Aufschluss über den Ort und die Natur fremdartiger Gebilde in den Augenmedien geben können.

Hat man die seitliche Beleuchtung beendigt, dann stellt man die Lampe zurück, z. B. in die Höhe des Hinterkopfes des Patienten und greift zum Augenspiegel.

Es ist hierbei wünschenswerth, das directe Lampenlicht durch einen seitlich aufgestellten Schirm vom Gesichte des zu Untersuchenden abzuhalten.

Für einzelne Augenspiegel wird die Einstellung der Lampe noch mehr Genauigkeit erfordern; was man bei der Beschreibung der betreffenden Augenspiegel ersehen kann. Für gewöhnliche Plan- oder Concavspiegel genügt das eben Gesagte.

Nun wirft man erst Licht auf das Auge des Patienten und untersucht so die brechenden Medien im durchfallenden Lichte. Diese Methode ist von grossem Werthe zur Schätzung der Dichtigkeit vorhandener Trübungen, sowie zur Bestimmung ihrer Lage. Dichte Trübungen erscheinen natürlich undurchsichtig, schwarz; dünnere mehr oder weniger durchscheinend. Zur Bestimmung der Tiefe von Trübungen benutzt man die Erscheinungen ihrer parallactischen Verschiebung zum Pupillarrande bei veränderter gegenseitiger Stellung des untersuchten und des untersuchenden Auges.

Nach der Linse durchsucht man den Glaskörper von vorne nach hinten und in seiner ganzen Peripherie, indem man das Auge in verschiedenen Richtungen sehen lässt. Bewegliche Glaskörpertrübungen, welche häufig in der Tiefe des Bulbus versenkt liegen, lassen sich am leichtesten finden, wenn die Augenbewegungen etwas brusque geschehen und schnell ihre Richtung wechseln, wobei dann die Flocken aufgeschüttelt werden, und weil sie dieselben nicht gleich schnell mitmachen, oft längere Zeit im Pupillargebiete schwebend, sichtbar bleiben.

Schon bei dieser Methode des einfachen Beleuchtens des Augeninnern, lässt sich in vielen Fällen der Refractionszustand des Auges diagnosticiren. Erhält nämlich der emmetropische Untersucher bei der Beleuchtung aus der Ferne schon ein umgekehrtes Bild sichtbarer Retinaltheile, so ist das untersuchte Auge jedenfalls myopisch; sieht er dagegen das umgekehrte Bild nicht auf diese Weise, wohl aber das aufrechte scharf und deutlich bei Annäherung an das Auge, dann ist dieses emmetropisch, oder hypermetropisch. Den Grad der Refractionsanomalie bestimmt man dann in oben (§ 59) angegebener Weise.

Ist dies geschehen, so wendet man sich an die Untersuchung der einzelnen Theile des *Fundus oculi.* Am besten ist es, sich hierbei erst mit Hülfe des umgekehrten Bildes einen allgemeinen Ueberblick zu verschaffen, dann geht man an die Betrachtung der einzelnen Theile.

Da die *Papilla nervi optici* in ihrer Form und Lage der constanteste Theil des Augengrundes ist, so orientirt man sich am besten von ihr aus, und benutzt sie auch als Massstab, indem man Grössen des Augengrundes in Papillendurchmessern ausdrückt. Natürlich ist dies keine sehr genaue Messung, schon darum nicht, weil die Papille keine constante Grösse ist.

Man findet die Eintrittstelle des Sehnerven am besten, wenn man sich erinnert, dass diese im Mittel 15° nach innen, und ca. 3° nach oben von der *Macula lutea* liegt[1], dem untersuchten Auge also eine nach innen und etwas nach oben gerichtete Stellung anweist. Es ist dafür nicht nothwendig ein wirkliches Object fixiren zu lassen, sondern es genügt in den meisten Fällen, den Patienten aufzufordern, über die Schulter des Untersuchers in die Ferne zu sehen. Zieht man es vor, dem Auge durch ein bestimmtes Object seine Richtung zu geben, so muss dieses jedenfalls möglichst weit (ca. 20′) entfernt sein, indem sonst die Accommodation die Untersuchung stört.

Nach der Papille sucht man die *Macula lutea* auf, und findet sie nach aussen und unten von der erstern, im hintern Pol. Man kann dazu das untersuchte Auge in seiner Stellung lassen und sein eigenes Auge allmälig in die Axe des erstern bringen, oder aber den Patienten anweisen, in den Spiegel zu sehen. Im letztern Falle befindet sich jedenfalls die *Macula lutea* in der Richtung des einfallenden Lichtes und des untersuchenden Auges, allein die Cornealreflexe sind dabei äusserst störend. Leichter ist es, das Auge ein wenig am Spiegel vorbei sehen zu lassen, und im umgekehrten Bilde die Macula durch eine kleine Verschiebung des Convexglases, welches hierbei als Prisma wirkt, ins Gesichtsfeld zu bringen. Die Cornealreflexe machen dabei die Verschiebung nicht in gleichem Grade mit, wie die Theile des Augenhintergrundes.

Nach der Macula geht man an die Durchforschung der Peripherie, wobei man in allen Richtungen so weit gehen muss, als überhaupt noch Lichtstrahlen aus der Pupille zu erhalten sind.

Hat man so einen vollkommenen Ueberblick über den Zustand des innern Auges gewonnen, so geht man an die genauere Betrachtung desselben mit Hülfe der Vergrösserung des aufrechten Bildes.

Literatur.

Rudolphi, Physiologie. I. pag. 197. 1810.

Esser, in Kastner's Arch. f. die gesammte Naturlehre. VIII. pag. 399. 1826.

J. Müller, Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. pag. 49. 1826.

Hassenstein, De luce ex quorundam animalium oculis prodeunte atque de tapeto lucido. Jenae 1836.

E. Brücke, Anatomische Untersuchungen über die sogenannten leuchtenden Augen bei den Wirbelthieren. J. Müller's Arch. f. Anat. u. Phys. pag. 387. 1845.

---

1) Landolt, La distanza tra la macula lutea e la papilla del nervo ottico. Annali d'Ottalm. del prof. Quaglino. II. 1872.

Kussmaul, Die Farbenerscheinungen im Grunde des menschlichen Auges. Heidelberg 1845.
E. Brücke, Ueber das Leuchten der menschlichen Augen. J. Müller's Arch. pag. 225 und 479. 1847.
H. Helmholtz, Beschreibung eines Augenspiegels zur Untersuchung der Netzhaut im lebenden Auge. Berlin 1851.
F. C. Donders, De oogspiegel van Helmholtz. Ned. Lancet. Serie III. Jaarg. I. pag. 248. 1851—1852.
Follin, Archives générales de médicine. Juli. 1852.
Maressal de Marsilly, Notice sur l'ophthalmoscope de M. M. Follin et Nachet. Ann. d'oc. 1852. XXVII. pag. 55.
Th. Ruete, Der Augenspiegel und das Optometer. Göttingen 1852.
Froebelius, Med. Zeitschr. Russlands. Nr. 46. 1852.
H. Helmholtz, Ueber eine neue einfache Form des Augenspiegels. Vierordt's Arch. f. physiol. Heilk. II. pag. 827. 1852.
A. C. van Trigt, Dissertatio de speculo oculi. Utrecht 1853. — Deutsch mit Zusätzen von Schauenburg. Lahr 1854. und übersetzt in Archives d'ophthalsmoscopie de Jamain. 1855. V. pag. 5.
——, De oogspiegel. Ned. Lancet. Serie III. Jaarg. II. pag. 411. 1852—1853.
A. Coccius, Ueber die Anwendung des Augenspiegels nebst Angabe eines neuen Instrumentes. Leipzig 1853.
H. A. O. Saemann, De Speculo oculi. Regiomonti 1853.
R. Ulrich, Beschreibung eines neuen Augenspiegels. Henle und Pfeuffer's Zeitschr. f. rationelle Medicin. Neue Folge. IV. pag. 175. 1853.
Meyerstein, Beschreibung eines neuen Augenspiegels. Henle und Pfeuffer's Zeitschrift IV. pag. 310. 1853.
Follin et Nachet, Mém. de la Société de Chirurgie. III. 1853.
F. C. Donders, Nadere waarnemingen met den oogspiegel. Ned. Lancet. Serie III. Jaarg. III. pag. 486 und 520. 1853—1854.
G. A. Leonhard, De variis oculorum speculis illorumque usu. Leipzig 1854.
F. C. Donders, Ueber die sichtbaren Erscheinungen der Blutbewegung im Auge. Arch. f. O. I. II. pag. 75. 1854 und Ned. Lancet. Serie III. Jaarg. IV. pag. 253. 1854—1855.
——, Verbeteringen van den oogspiegel. Onderzoekingen gedaan in het Physiol. Laborat. der Utrechtsche Hoogeschool. Jaarg. VI. pag. 131 u. 153. 1854.
Stellwag von Carion, Theorie der Augenspiegel. Wien 1854.
Anagnostakis, Essai sur l'exploration de la rétine et des milieux de l'oeil sur le vivant au moyen d'un nouvel ophthalmoscope. Paris 1854. Auch in Ann. d'Oculistique. XXXI. 1854.
Th. Ruete, Bildliche Darstellung der Krankheiten des menschlichen Auges. Leipzig. Lieferung 1 und 2. Auch unter dem Titel: Physikalische Untersuchung des Auges. pag. 23—27. 1854.
W. Zehender, Ueber die Beleuchtung des innern Auges mit specieller Berücksichtigung eines nach eigener Angabe construirten Augenspiegels. Arch. f. Ophth. I. 1. pag. 121. 1854. und II. 2. pag. 103. 1855.
v. Hasner, Ueber den Augenspiegel. Prager Vierteljahrschr. 1855. XII. pag. 133.
——, Ueber die Benutzung foliirter Glaslinsen. Prag 1855.
F. C. Donders, Der Venenpuls. Arch. f. Ophth. I. 2. pag. 93. 1854.
R. Liebreich, Ophthalmoscopische Notizen. Arch. f. Ophth. I. 2. pag. 333. 1854.
A. von Gräfe, Ueber die ophthalmoscopische Beobachtung gewisser Augenmuskelwirkungen. Arch. f. Ophth. II. 2. pag. 322. 1855.
Stellwag von Carion, Zeitschrift der Aerzte zu Wien. XI. pag. 65. 1855.
Ed. Jaeger, Ueber die Anwendung des Ophthalmoscopes als Optometer. Oesterr. Zeitschrift f. pract. Heilk. Nr. 10. 1856.
Castorani, Ophthalmoscope de l'auteur. Arch. d'ophth. de Jamain. 1856. pag. 254.
De la Calle, De l'ophthalmoscope. Diss. inaug. Paris 1856.
R. Liebreich, De l'examen de l'oeil au moyen de l'ophthalmoscope. Mackenzie, traité des maladies de l'oeil, trad. p. Warlomont et Testelin. Bruxelles 1857. II. p. 1—62. — Nederduitsch door A. F. Bauduin. Utrecht 1859.

A. Burow, Ueber Construction heterocentrischer Augenspiegel und deren Anwendung. Arch. f. Ophth. III. 2. pag. 68. 1857.

Schneller, Ein Micrometer am Augenspiegel und damit ausgeführte Untersuchungen über den Einfluss bestimmter Eingriffe auf die Circulation in den Augen lebender Kaninchen. Arch. f. Ophth. III. 2. pag. 121. 1857.

Porro, La lunette pan-focale, employée comme ophthalmoscope. Bull. de l'acad. des sciences. 20 Juillet 1857.

R. Liebreich, Histologisch-ophthalmoscopische Notizen. Arch. f. Ophth. IV. 2. pag. 286. 1858.

Adolph Zander, Der Augenspiegel. Seine Formen und sein Gebrauch. Leipzig und Heidelberg 1859.

Gillet de Grand-Mont, Bulletin de l'acad. de médic. 12 Juillet 1859. XXIV. p. 1096. — Ann. d'Ocul. XLIII. pag. 43. 1860. und XLVII. pag. 289. 1862.

E. Follin, Leçons sur l'application de l'ophthalmoscope au diagnostic des maladies de l'oeil. Paris 1859.

Giraud-Teulon, Theorie de l'ophthalmoscope, avec les déductions pratiques qui en découlent etc. Gaz. méd. de Paris 1859. Nr. 7 et 8.

R. Liebreich, Methode, dem umgekehrten Bilde bei kurzsichtigen Augen eine starke Vergrösserung zu geben. Arch. f. Ophth. VII. 2. pag. 130. 1860.

—, Veränderungen an meinem Augenspiegel, Micrometer. Arch. f. Ophth. VII. 2. pag. 134. 1860.

Rainy, Sur la cause des mouvements apparents des images des objets. Ophth. Hosp. reports. Nr. 12. 1861.

Giraud-Teulon, Ophthalmoscopie binoculaire. Ann. d'Ocul. XLV. pag. 233. 1861.

—, Note sur la construction et les propriétés d'un nouvel ophalmoscope etc. Comptes rendus. 1861. LII. p. 646 et in physiologie et pathologie fontionelle de la vision binoculaire. §§ 347—350. Paris 1861.

Janssen et Follin, Considérations physiologiques sur l'eclairage et ses applications à l'ophthalmoscopie. Arch. gén. de méd. Juillet 1861. — Echo méd. pag. 405. 1861.

Argilagos, Sur un nouveau moyen de corriger l'influence fâcheuse que la lumière exerce sur les yeux soumis à l'examen avec l'ophthalmoscope. Gaz. des Hôpit. pag. 357. 1861.

X. Galezowski, Nouveau modèle d'ophthalmoscope. Acad. de méd., Séance du 7 Janvier 1862.

M. R. Gritti, Dell' ottalmoscopo et delle malattie endoculari per esso riconoscibili. Milano 1862.

Burow jun., Notiz betreffend die Beobachtung des eigenen Augenhintergrundes. Arch. f. Ophth. IX. 1. pag. 155. 1863.

Giraud-Teulon, De l'auto-ophthalmoscope de M. Coccius. Gaz. des Hôpit. pag. 62. 1863.

—, Nouvelle méthode pour l'examen auto-ophthalmoscopique. Ann. d'Ocul. XLIX. pag. 181. 1863.

G. Z. Laurence et Giraud-Teulon, D'une modification des procédés ophthalmoscopiques. Ann. d'oc. 1863. L. p. 106.

Heymann, L'auto-ophthalmoscope. Ann. d'Ocul. L. pag. 34. 1863.

Follin, Leçons sur l'exploration de l'oeil et en particulier sur les applications de l'ophthalmoscope au diagnostic des maladies des yeux. Paris 1863.

A. Coccius, Beschreibung eines Oculars zum Augenspiegel. Arch. f. Ophth. X. 1. pag. 123. 1864.

Rud. Schirmer, Ueber das ophthalmoscopische Bild der Macula lutea. Arch. f. Ophth. X. 1. pag. 148. 1864.

F. C. Donders, Omtrent de uitwendige vaten van het oog en den daarin waarneembaren bloedsomloop. Verslag Ned. Gasth. voor Ooglijders. Nr. 5. pag. 260. 1864.

J. J. C. van Woerden, Bijdrage tot de kennis der uitwendig zichtbare vaten van het oog in gezonden en zieken toestand. Verslag Ned. Gasth. voor Ooglijders. Nr. 5. pag. 221. 1864.

Laurence, Ueber den von ihm erfundenen Augenspiegel. Klin. Monat. f. Augenh. pag. 421. (Sitzber. II. pag. 20). 1864.

Knapp, Exposé des avantages de l'ophthalmoscope binoculaire. Ann. d'Ocul. LI. pag. 33. 1864.

Monoyer, Un ophthalmoscope portatif. Ann. d'Ocul. LII. pag. 240. 1864.

A. M. Rosebrugh, Sur un nouvel ophthalmoscope propre à photographier le fond de l'oeil. Ophthalmic Review. pag. 119. 1865.

C. Schweigger, Vorlesungen über den Gebrauch des Augenspiegels. Berlin 1864. — Nederduitsch door G. A. J. Baum. Utrecht 1865.

J. W. Verschoor, Optometers en optometrie. Verslag Ned. Gasth. voor Ooglijders. Nr. 6. pag. 97. 1865.

Mauthner, Bestimmung der Refractionsanomalien mit Hülfe des Augenspiegels. Wien 1867.

——, Lehrbuch der Ophthalmoscopie. Wien 1867.

Giraud-Teulon, D'une nouvelle combinaison ophthalmoscopique. Ann. d'Ocul. LVII. pag. 82. 1867.

Henry Wilson, Ueber Augenuntersuchung mit Hülfe des Ophthalmoscopes. Dubl. Journ. XLIV. pag. 87. Aug. 1867.

——, Leçons sur la theorie et la pratique de l'ophthalmoscope. Dublin 1868.

Maurice Perrin, Description d'un oeil artificiel destiné à faciliter les études ophthalmoscopiques. Ann. d'Ocul. LXI. pag. 163. 1869.

Poncet, Ophthalmoscope à chambre noire. Gaz. hebdom. de méd. et de chir. 1869. Nr. 32. p. 501.

C. M. Gariel, Sur l'ophthalmoscope. Paris 1869.

C. Schweigger, Ueber die Grösse des ophthalmoscopischen Bildes. Nachrichten v. d. kön. Gesellsch. d. Wissensch. und der G. A. Universität Göttingen. April. Nr. 9. 1870.

E. G. Loring, Détermination of the optical condition of the eye by the ophthalmoscope, with a new modification of the instruments for that purpose. Americ. Journ. of med. Science. April. pag. 323—347. 1870.

Franz Mohr, Das Ophthalmophantom, ein neues Hülfsmittel zur Erlernung der Ophthalmoscopie. Deutsche Klinik. Nr. 26. pag. 241—243. 1870.

——, Das Ophthalmophantom und der Augenspiegel als Optometer. Würzburg 1870.

M. Hay, Sur la forme apparente de l'image renversée de la papille optique dans l'astigmatisme. Compte rendu des séances de la soc. ophthalm. americ. 1870.

de Wecker et Roger, Objectif à prismes pour l'usage d'un ophthalmoscope démonstratif. Bull. de l'Acad. des Sciences. 4 Avril. 1870.

Maurice Perrin, Traité pratique d'ophthalmoscopie et d'optométrie. Paris 1870.

Javal, Nouvel ophthalmoscope. Gaz. hebd. pag. 278. 1870. — Ann. d'Ocul. LXIII. pag. 287. 1870.

E. G. Loring, Anomalies of the circulation in the Eye. Arch. f. Ophth. and Otol. V. II. 2. pag. 1. 1870.

Burke, Ophthalmoscope réflecteur. Havre 1871.

W. Dobrowolsky, Waarnemingen omtrent den bloedsomloop in den bodem van het oog bij den hond en bij den mensch. Verslag Ned. Gasth. voor Ooglijders. Nr. 11. pag. 170. 1870.

Schnabel, Ueber die Lage und Grösse des aufrechten Bildes im Augenhintergrunde. Klin. Monat. f. Augenh. pag. 119. 1872.

Oldham, Ueber ein verbessertes Ophthalmoscop. Klin. Monatsbl. X. pag. 287. 1872.

Couper, Ueber den Gebrauch des Ophthalmoscopes zur Bestimmung des Astigmatismus. Klin. Monatsbl. VII. pag. 189. 1872.

Carter, Ein Augenspiegel von neuer Construction. Klin. Monatsbl. X. pag. 282. 1872

Hermann Cohn, Ein Augenspiegel für schnelle Refractionsbestimmung. Klin. Monatsbl. X. pag. 307. 1872.

Schröder, Neuer binoculärer Augenspiegel von Coccius. Klin. Monatsbl. X. pag. 288. 1872.

Th. Leber, Der Augenspiegel. Berlin 1872.

James Hogg, Ophthalmoscope à démonstration. Méd. Times and Gazette. 1872.

A. Sichel fils, Note sur un ophthalmoscope à deux observateurs, pour les démonstrations. Ann. d'Ocul. LXVII. pag. 57. 1872.

W. Laidlow Purves, A contribution to ophthalmoscopy. London 1873.
W. Stammeshaus, Ueber eine Methode, dem aufrechten Bilde eine stärkere Vergrösserung zu ertheilen, sowie über die Grösse des Gesichtsfeldes bei Untersuchungen im aufrechten Bilde. Klin. Monatsbl. XII. Jan. 1874. p. 1.

VII. Entoptoscopie.

Beobachtung intraoculärer Schatten.

§ 66. **Untersuchungsmethode:** Lange vor der Erfindung des Augenspiegels kannte man schon eine ganze Reihe verschiedener Formen von Trübungen der brechenden Medien des Auges, sowohl physiologischer als pathologischer Natur, und zwar durch die entoptische Untersuchung.

Seit aber der Augenspiegel in der Hand der Ophthalmologen ein sichereres und vollkommeneres Mittel zur Untersuchung des innern Auges geworden ist, ist die Entoptoscopie beinah in Vergessenheit gerathen — allein mit Unrecht. Es giebt allerdings nur wenige Trübungen, welche blos entoptisch könnten wahrgenommen werden, jedoch ermöglicht die entoptische Beobachtung, den Gang des Leidens mit Hülfe des Patienten selbst genau zu verfolgen: Bei Cataract, bei recidivirender Iritis, bei abnormen Trübungen im Glaskörper kann die entoptische Untersuchung Veränderungen offenbaren, welche dem Augenspiegel zu gleicher Zeit noch entgangen wären.

Die Entoptoscopie beruht auf der Wahrnehmung der Schatten, welche von im Auge selbst liegenden Theilen durch homocentrisches Licht auf der Retina desselben entworfen werden.

Durch alle homocentrischen Lichtbündel, deren Centrum nicht in der Retina liegt, entstehen Schatten auf der Netzhaut, wenn durch undurchsichtige, oder anders brechende Objecte ein Theil der Strahlen abgeschnitten wird.

Homocentrisches Licht kann unter verschiedenen Umständen in das Auge gelangen. Jedoch werden beim gewöhnlichen Sehen die in Folge dessen entstehenden Schatten nicht bemerkt, weil dieselben durch andere Lichteindrücke, welche zu gleicher Zeit von einer andern Seite herkommen, so zu sagen übertönt werden.

Die entoptischen Schatten werden erst dann percipirt, wenn auf einen Theil der Netzhaut ausschliesslich, oder in überwiegendem Maasse homocentrisches Licht einwirkt. Die Eindrücke werden um so deutlicher, je reiner homocentrisch das Licht ist, und je weniger andere Netzhautbilder zu gleicher Zeit wahrgenommen werden.

Sobald nur der Vereinigungpunct des Lichtbündels ausserhalb der Netzhaut liegt, werden Schatten auf derselben gebildet. Es können dabei die Strahlen des Lichtbündels gerichtet sein nach einem Puncte der vor oder hinter der Netzhaut liegt.

Offenbar erhalten die Schattenbilder eine umgekehrte Richtung, je nachdem der Licht absorbirende Gegenstand sich vor oder hinter dem Kreuzungspuncte der Strahlen befindet.

Strahlenbündel, welche genügend homocentrisch sind um entoptische Erscheinungen hervorzurufen, erhält man — bei möglichst vollkommenem Aus-

schluss alles anderen Lichtes — mit Hülfe jeder kleinen Lichtquelle, die sich in einer Entfernung vom Auge befindet, auf welche dasselbe nicht accommodirt ist, oder auch, wenn man die Hauptmasse des in das Auge fallenden Lichtes dioptrisch oder catoptrisch nach einem vor oder hinter der Netzhaut liegenden Puncte richtet.

Einen solchen kleinen vor dem Auge liegenden Lichtquell erhält man am einfachsten mit einem Nadelstich in einem schwarzen Schirme, durch welchen man nach einer hell erleuchteten Fläche sieht. Die kleine Oeffnung wird dann zum Lichtquell. Vollkommener homocentrisch wird das Licht, wenn man hinter den Schirm eine starke positive Linse bringt, deren Focus sich gerade in der kleinen Oeffnung befindet. Für den practischen Gebrauch genügt es, durch eine feine Oeffnung in einem Kartenblatte nach dem hellen Himmel zu sehen. Ebenso kann man als Lichtquelle jedes verkleinerte reelle oder virtuelle Lichtbild benutzen, welches von einem nicht zu grossen, stark beleuchteten Objecte hervorgerufen wird durch positive oder negative Linsen, durch Spiegelung an concaven oder convexen Flächen. Zu diesem Zwecke sind besonders dienlich kleine reflectirende Quecksilbertröpfchen auf schwarzem Sammt; sowie auch das durch eine starke positive Linse erzeugte reelle, oder das von einer starken negativen erzeugte virtuelle Bild einer fernstehenden Flamme. Je grösser diese ist, desto weiter muss man sie entfernen, damit die Lichtquelle nicht zu gross werde.

Das entoptische Bild lässt sich auf verschiedenartige Flächen projiciren, sobald die entoptische Lichtquelle durch Spiegelung von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt wird. Dies erreicht man durch doppelte Reflexion an der vorderen und hinteren Fläche von Glas, auf welches Licht in schiefer Richtung auffällt. Wenn man z. B. eine starke positive Linse so vorsetzt, dass ihr oberer Rand nach vorwärts geneigt ist, so wird das Bild einer höher stehenden Flamme erst von der dem Auge näheren, hernach wieder von der entgegengesetzten Fläche der Linse reflectirt. Es lässt sich hierbei der Linse eine solche Neigung geben, dass das zweimal reflectirte Licht gerade in das Auge fällt[1].

Man kann auch nach der Methode *à double vue* das virtuelle Bild einer negativen Linse leicht in anderer Richtung, als die Flamme selbst projiciren, wenn man durch die Peripherie des Concavglases blickt, oder mit demselben ein Prisma verbindet. So lässt sich denn das entoptische Bild auf jede beliebige Fläche projiciren. Donders verwandte zu diesem Zwecke den Tubus eines Microscopes, aus welchem er alle Gläser entfernte, um an Stelle des Oculars entoptische Oeffnungen in Metallscheiben anzubringen.

Geeignet zu entoptischen Beobachtungen ist auch jedes homocentrische Strahlenbündel, dessen Centrum innerhalb des Auges selbst liegt. Ein solcher intraocularer Lichtquell kommt dann zu Stande, wenn ein emmetropisches Auge durch eine starke positive Linse nach einer entfernten Flamme blickt. Das verkleinerte Bild der Flamme entsteht dann vor der Netzhaut. Durch ein negatives Glas dagegen werden die Strahlen nach einem hinter der Netzhaut liegenden Puncte gerichtet. Unter denselben Umständen befindet sich das ametropische Auge: Myopen und starke Hypermetropen, besonders Aphakische, sehen darum

1) Mauthner, Zur Lehre vom entommatischen Sehen. Sitzungsber. der kais. Acad. der Wissensch. B. XLVII.

das entoptische Spectrum jedesmal, wenn sie nach einer entfernten Lichtquelle von genügender Intensität blicken.

Es war denn auch ein hochgradiger Myope, welcher die erste richtige Beschreibung des entoptischen Spectrums gegeben hat: DESCHALES (Cursus seu mundus mathematicus. Lugdini 1690. T. III.) berichtet, dass ihm, als Myopen, die Flamme einer entfernten Kerze in Form einer hellen Kreisfläche erscheine. Mit für sein Zeitalter auffallender Richtigkeit analysirte er die in dieser Kreisfläche vorkommenden Erscheinungen, und bemerkte ausserdem, dass auch normale Augen mit Hülfe einer Linse dasselbe sehen könnten[1].

Der Schatten wird um so intensiver, je näher das Object, welches denselben hervorruft, an der Netzhaut liegt. Wenn ausser dem homocentrischen Strahlenbündel noch anderes Licht in das Auge fällt, so kommen vorzüglich diejenigen entoptischen Bilder zum Vorschein, welche sich hinten im Glaskörper formen. Je geringer die Ausdehnung der Lichtquelle, desto schmaler sind die Halbschatten. Die entoptischen Bilder diffundiren um so eher, je weiter das Object von der Netzhaut entfernt ist. Zur Untersuchung der Cornea, als Spectrum, ist darum eine möglichst kleine Lichtquelle am vortheilhaftesten. Das reichhaltige Cornealspectrum übertönt dann die feinern Bilder des Glaskörperspectrums.

Um das letztere wahrzunehmen, verdient eine grössere Lichtquelle den Vorzug, wobei das Cornealspectrum undeutlich, und weniger störend wird, während durch die grössere Lichtquantität die Schatten tiefer gelegener Theile bedeutend intensiver werden.

Zur entoptischen Untersuchung der Cornea benutzen wir also eine sehr feine Oeffnung in einem Kartenblatt, oder das durch eine sehr starke Linse verkleinerte Bild einer entfernten Flamme. Zur Untersuchung tiefer gelegener Theile dagegen eignet sich besser eine weitere Oeffnung, oder das durch eine schwächere Linse weniger verkleinerte Flammenbild.

Bei sehr kleinen Lichtquellen, die sich mehr einem mathematischen Puncte nähern, erhält man an den Schattenbildern Diffractionsfransen, welche bei Lichtquellen von grösserer Dimension im Halbschatten verschwinden.

Je näher das Object der percipirenden Schicht der Netzhaut liegt, unter desto günstigeren Verhältnissen zur entoptischen Wahrnehmung befindet es sich. Die Nervenfaserschicht mit dem Retinalgefässnetz müssen sich also physicalisch durch scharfe Schatten auszeichnen. Wir werden jedoch sehen, dass zur physiologischen Wahrnehmung derselben ausserdem noch besondere Nebeneinflüsse zu berücksichtigen sind.

Wenn die Lichtquelle im vorderen Brennpuncte des Auges steht, dann verlaufen die Strahlen im Auge parallel. Entfernt man die Lichtquelle mehr, dann werden die Strahlen immer mehr convergent, bis sie sich in einem Puncte der Retina vereinigen, wenn sich nämlich die Lichtquelle in der Entfernung des deutlichen Sehens befindet. Rückt dieselbe dagegen innerhalb der vordern Brennweite dem Auge näher, dann werden die Strahlen im Auge mehr und mehr divergent. Von dieser Richtung der Lichtstrahlen innerhalb des Auges hängt die Grösse des entoptischen Bildes ab. Convergiren sie nach der Netzhaut hin, dann wird das Bild kleiner, divergiren sie, so wird es grösser als das Object. Im letzteren Falle wird der Schatten um so grösser,

---

1) Vergl. DONDERS, Nederl. Lancet II. 2. p. 539. 1846.

je näher das Object dem Kreuzungspuncte der Lichtstrahlen und je weiter es von der Retina entfernt liegt. Mit dieser Zunahme derGrösse vermindert sich die Intensität des Schattens.

Das entoptische Bild ist gerade so gross, wie das Object, wenn die Schatten durch parallele Strahlen entworfen werden. In diesem Falle lässt sich die Grösse des Netzhautbildes aus der Grösse seiner Projection, und also auch die Grösse des entoptischen Objectes direct finden. Freilich müssen dabei die Diffractionsränder, welche bei kleinen Objecten entstehen, sowie die Halbschatten, die von der Ausdehnung des Lichtquells abhängen, in Abzug gebracht werden. Projicirt man das Spectrum auf 30 Cm., dann erhält man, bei einer Entfernung von 15 Mm. zwischen Kreuzungspunct der Richtungslinien und Retina, eine 20malige Vergrösserung. In gleicher Weise lässt sich die wirkliche Grösse der Bewegung von entoptischen Objecten constatiren.

Listing war es vor Allen, welcher die Lage der entoptischen Bilder aus der relativen entoptischen Parallaxe beurtheilen lehrte, die bei der Veränderung der Stellung des Lichtquells zum Auge stattfindet. Je näher an der Netzhaut das entoptische Object liegt, desto kleiner wird die parallactische Verschiebung seines Schattens.

Brewster machte diese Bestimmung genauer, indem er anstatt einer beweglichen Lichtquelle deren zwei wählte, welche sich nahe aneinander befanden, und also zwei Bündel homocentrischer Strahlen erzeugten. Aus dem gegenseitigen Abstande ihrer doppelten Schatten kann man die Entfernung des Objectes von der Netzhaut berechnen.

Donders hat letztere Methode verbessert, indem er die auf obige Weise erhaltenen doppelten Schatten, mit Hülfe der Methode *à double vue*, auf eine Fläche projicirt. Er misst dann den Abstand der Doppelbilder von einander, und vergleicht diesen mit der Entfernung der Mittelpuncte beider Bilder der Pupillarfläche. Liegen die Objecte in der Pupillarfläche, dann ist der Abstand der Doppelbilder gleich dem der Centren der Pupillenbilder von einander. Je näher dagegen die Objecte an der Netzhaut liegen, desto kleiner wird die Distanz ihrer Doppelbilder. Liegt das Bild in der percipirenden Schicht selbst, dann ist die Distanz $= 0$. Der Abstand (y) der Doppelbilder des entoptischen Objectes verhält sich zu dem gegenseitigen Abstande (x) der Centren der Pupillenbilder, wie die Entfernung des Objectes von seinem Netzhautbilde zur Entfernung der Pupille vom Netzhautbilde.

Ist die Distanz der Pupille von der Netzhaut $= 18$ Mm., dann ist die Entfernung des Objectes von der Retina $= \frac{y \cdot 18}{x}$ Mm. [1])

§ 67. **Das entoptische Lichtbild** wird umrahmt von dem Schatten der Iris. Sowohl bei der Accommodation, als bei vermehrtem Lichteinfall in das untersuchende oder das andere Auge, wird eine Verengerung der Pupille wahrgenommen. Auf diese Weise kann man (z. B. bei Parese) genauer als auf objectivem Wege constatiren, ob noch Beweglichkeit der Pupille bestehe oder nicht. Die Verengerung der Pupille bei Accommodation lässt sich mittelst eines Tröpfchens Quecksilber auf einer Glasfläche leicht beobachten: Während hierbei der auf dem Quecksilberkügelchen entstehende Reflex als Lichtquelle dient, wird

1) Donders, Ned. Lancet. II. 1846. pag. 560.

längs desselben durch die Glasplatte nach verschieden weit entfernten Objecten gesehen. Bei der Beurtheilung der Accommodationsbewegung muss man natürlich darauf achten, dass keine Differenzen in der Beleuchtung eintreten.

Die Form der Pupille, also auch ihr entoptisches Bild ist in der Regel nicht kreisrund. Aber noch auffallender in die Länge gezogen erscheint letzteres bei astigmatischem Bau des Auges. Diese Beobachtung kann man also ganz gut zur Bestimmung der Richtung des Hauptmeridians verwerthen.

Der Pupillarrand zeigt sich schon im Normalzustande etwas gekerbt; durch Iritis entstehen daran ausserdem noch grössere Ausbuchtungen. Diese sowohl als Verklebungen mit der Linse und auf der Linsenkapsel haftendes Pigment, werden entoptisch scharf wahrgenommen. Mit Hülfe dieser Erscheinungen kann ein an recidivirender Iritis Leidender schon früh das Heranziehen eines neuen Anfalls erkennen, und von andern Krankheiten unterscheiden. Von den vor der Pupillarfläche liegenden Theilen werden bei halbgeschlossenem Auge die Cilien und der Lidrand deutlich gesehen und ausserdem das Spectrum muco-lacrymale der Cornea (Mackenzie), undurchsichtige Schleimkügelchen, in Thränenflüssigkeit suspendirt (Listing) und helle Luftbläschen (Ruete). Diese gleiten mit den Thränen über die Cornea hin, durch die Adhärenz der Augenlider fortgeschoben, während Luftbläschen schon in Folge ihrer Leichtigkeit nach oben steigen, bei umgekehrter Projection also zu sinken scheinen. Dies Spectrum kann bei manchen Formen chronischer Conjunctivitiden an Dichtigkeit so sehr zunehmen, dass daraus eine Herabsetzung der Sehschärfe hervorgeht. Längs der Augenlidränder bemerkt man den Thränenrand, der beim Schliessen der Lider seine Form verändert.

Durch Reibung der Cornea mit dem Augenlide entstehen Veränderungen in der Brechung derselben, die man als unregelmässige, horizontale Linien wahrnimmt (Young).

Leichte, neblige Trübungen und fremde Körper auf der Hornhaut werden entoptisch ebenfalls deutlich erkannt.

Hinter der Pupillarfläche interessiren uns für die entoptische Untersuchung besonders die Trübungen der Linse. Beinahe in allen normalen Linsen lassen sich helle Perlflecken unterscheiden (Listing). Diese verändern sich im Laufe der Zeit: sie kommen und verschwinden. Weniger häufig findet man im normalen Auge schwarze Flecken von unregelmässiger Form. Diese sind bleibender Natur.

Ferner giebt es schwarze, radiäre Linien, in der Regel peripherisch, während im Centrum eine helle Sternfigur erscheint. Beide stehen mit den Sectoren der Linse in Verbindung (Ruete).

Donders machte darauf aufmerksam, dass es hauptsächlich dieser Structur der Linse zuzuschreiben sei, dass kleine Puncte, zumal wenn das Auge nicht dafür accommodirt ist, sternförmig ausgebreitet erscheinen. An sehr kleinen Lichtquellen wird dies besonders deutlich. Donders benutzt dazu kleine Bleiweisskörnchen, wie man sie durch Abschaben von glacirtem Papiere erhält, auf schwarzen Sammt gestreut. Bringt man ein solches Körnchen, von ca. $1/6$ Mm. Durchmesser, innerhalb den Abstand des deutlichen Sehens, dann bemerkt man, dass an Stelle des Punctes ein Ring graulicher Fleckchen auftritt. Befindet sich das Körnchen ausserhalb des Fernpunctes (bei Myopie, bei Anstrengung der Accommodation, oder bei Vorsetzen einer starken positiven Linse vor das Auge), dann bemerkt man einen hellen Mittelpunct mit einer Menge davon ausgehender

Strahlen. In beiden Fällen ist die Figur einigermassen elliptisch mit grösserer oder kleinerer Excentricität, je nach dem Grade des normalen oder abnormalen Astigmatismus.

An jedem Fleckchen, welches sich strahlenförmig verbreitet zeigt, lässt sich Farbenzerstreuung wahrnehmen, und zwar liegt das Blau nach dem Centrum zu, wenn das Object sich innerhalb des Deutlichsehens befindet, das Roth dagegen, wenn dasselbe ausserhalb des Fernpunctes steht. Macht man dies Experiment mit den allerkleinsten Körnchen, dann werden die Fleckchen deutlicher als Strahlen wahrgenommen. Dieselben Erscheinungen erhält man mit allen kleinen Lichtquellen von hinreichender Intensität.

Diese Bilder sind offenbar Diffractionsfransen durch Interferenz, in Folge der Differenz des Brechungscoëfficienten der verschiedenen Sectoren der Linse. Jeder Sector formt ein besonderes Bild. Die Bilder alle liegen in derselben Axe, da aber die Brennweiten der verschiedenen Sectoren verschieden sind, kommt eine vollkommene Deckung der Bilder nicht zu Stande.

Bringt man den Lichtpunct näher ans Auge, dann geht das Bild in das bekannte Linsenspectrum über.

Die Strahlen der Sterne, die radiären Lichtlinien in dem entoptischen Spectrum der Linse, und die *Polyopia monocularis* beruhen auf derselben Ursache (Donders). Beim gewöhnlichen Sehen stört diese unregelmässige Brechung relativ wenig; ja Donders wies sogar nach, dass der Achromatismus des Auges dabei noch gewinnen kann, wenn nämlich verschieden farbige Bilder über einander fallen, und sich neutralisiren.

Abnorme Trübungen der Linse lassen sich entoptisch leicht nachweisen. In der Regel beginnen dieselben mit Zunahme der radiären, schwarzen Streifen. Zur Verfolgung der Entwickelung der Cataract ist die entoptische Untersuchung von grossem Belange. Patienten mit beginnender Cataract, die intelligent genug sind, pflegen wir daher ein Plättchen mit feiner Oeffnung zur entoptischen Untersuchung mit zu geben, und lassen sie das Bild ihrer Linse in bestimmten Zeiträumen aufzeichnen. Da die Trübung meistens peripherisch beginnt, muss man hierbei für Erweiterung der Pupille sorgen, was am einfachsten durch Schliessung des andern Auges und Dämpfung des Lichtes geschieht. Zu einer vollständigen Untersuchung der Linse muss man Mydriatica anwenden.

Die entoptischen Bilder des Glaskörpers characterisiren sich in erster Linie durch die ihnen zukommenden, wirklichen Bewegungen. Dreht sich das Auge z. B. von oben nach unten, und wird die Bewegung plötzlich unterbrochen, dann treten diese Trübungen ins Gesichtsfeld, und bewegen sich eine kurze Strecke in gleicher Richtung weiter. Sie behalten stets dieselbe Grösse bei, und scheinen also nicht von vorn nach hinten rücken zu können. Der Grund hiervon ist wahrscheinlich in dem Bau des Glaskörpers zu suchen.

Ihrer Beweglichkeit haben sie den Namen Mouches volantes zu verdanken.

Die verschiedenen Formen, welche davon vorkommen, und die Donders und Doncan mit Hülfe des Mikroscopes auch im frischen Glaskörper nachgewiesen haben, sind folgende:

1) Isolirte Kreise.
2) Perlschnüre.
3) Gruppen von aneinander klebenden Ringen und Kügelchen.
4) Wolkige Linien, Falten durchsichtiger Häute ähnlich.

Wie wir oben gesehen haben, sind es vor Allem die Trübungen, die im hinteren Theile des Auges liegen, welche am leichtesten, auch bei diffusem Lichte

wahrgenommen werden. Aber nicht nur die abnormen entoptischen Erscheinungen geben zu Klagen von Seiten der Patienten Anlass, sondern auch die gewöhnlichen Mouches volantes im Glaskörper werden häufig zur Ursache grosser Unruhe, wenn sie aus gewissen Gründen plötzlich aussergewöhnlich deutlich werden. Dies ist der Fall bei schnell zunehmender, ungenügender Adaptation, wie z. B. bei Complication der Hypermetropie durch mangelhaftes Accommodationsvermögen, bei zunehmender Myopie oder bei Aphakie. Mit Hülfe corrigirender Gläser schwinden diese entoptischen Störungen.

Stark lichtbrechende Trübungen der Cornea, besonders aber der Linse, können selbst zu einer Quelle homocentrischen Lichtes werden und auf solche Weise zu Klagen über Mouches volantes Veranlassung geben. Hier helfen lichtabsorbirende, gefärbte Brillen.

Wie gesagt werden die entoptischen Objecte um so leichter wahrgenommen, je näher sie an der percipirenden Schicht der Netzhaut liegen. Es befindet sich also die Nervenfaserschicht mit ihrem Gefässnetze unter den günstigsten Bedingungen zur Wahrnehmung: dennoch werden sie unter gewöhnlichen Umständen nicht gesehen. Weil ihre Schatten nämlich keine wirklichen und nur sehr geringe scheinbare Beweglichkeit besitzen, fallen sie unter gewöhnlichen Verhältnissen immer auf dieselbe Stelle der Netzhaut, und es adaptiren sich in Folge dessen die percipirenden Elemente für die verminderte Beleuchtung. Allein wenn sich in Folge der Bewegung der Lichtquelle die Schatten verschieben, dann wird ihr entoptisches Bild sichtbar. Die Stellen, wohin gewöhnlich die Schatten fallen, erscheinen dann, in Folge ihrer gesteigerten Empfindlichkeit für einfallendes Licht, als helle Linien, begrenzt von den neu gebildeten Schatten. Man erhält denn auch das entoptische Bild des Gefässnetzes der Faserschicht in derselben Weise, wie die übrigen entoptischen Erscheinungen, sobald man die nöthige Bewegung hervorruft. Gerade wie zur entoptischen Wahrnehmung der tiefer gelegenen Medien eine grössere Lichtquelle den Vorzug verdient, eine kleinere dagegen für die weiter vorn gelegenen, so sieht man auch das entoptische Bild der Netzhaut am besten mit Hülfe eines grösseren Lichtquells, wobei die übrigen entoptischen Erscheinungen in den Hintergrund treten. Man sieht also das entoptische Netzhautbild mit einem parallelen Lichtbündel, wenn man z. B. durch eine feine Oeffnung nach einer hell beleuchteten Fläche blickt, und dabei die erstere rasch vor dem Auge hin und her bewegt; oder auch mit divergirendem oder convergirendem Lichte, d. h. wenn man mittelst einer negativen oder einer positiven Linse das Bild eines Lichtquells, von genügender Grösse, vor oder hinter der Netzhaut entwirft. Das entoptische Netzhautbild wird am grössten, wenn sich die Lichtquelle hart an der Retina befindet. Dies erreicht man durch Vorsetzen einer positiven Linse vor das Auge, welche man rasch hin und her bewegt. Statt der Linse kann auch das leuchtende Object die Bewegung ausführen. Man sieht dabei besonders die Bilder derjenigen Objecte, welche zur Richtung der Bewegung senkrecht stehen: bewegt man die Linse oder die Lichtquelle vertical, dann zeigen sich besonders die horizontalen Gefässe und Fasern, bei horizontaler Bewegung dagegen die verticalen.

Die Gefässschatten mangeln im Centrum des Gesichtsfeldes übereinstimmend mti der Structur der *Macula lutea.*

Die Grenzen abnormer Trübungen der Netzhaut, zumal central gelegener, kann man auf diese Weise deutlich umschreiben.

Das entoptische Bild auch der peripherischen Retinalgefässe wird noch viel deutlicher, wenn man das Licht sehr schief ins Auge fallen lässt. Purkinje beschrieb zuerst diese Aderfigur, wie man sie wahrnimmt, wenn man, das Auge auf einen dunkeln Grund gerichtet, eine seitlich von demselben stehende Flamme auf- und niederbewegt. Deutlicher noch wird das Bild, wenn man es durch auf die Sclerotica concentrirtes und schnell hin und her bewegtes Licht erzeugt. H. Müller, welcher diese Erscheinung genau analisirte, zeigte, dass in beiden Fällen das Bild der Flamme, welches an der ihr gegenüberliegenden Seite des innern Auges entsteht, die Lichtquelle ist, welche hier die entoptische Erscheinung hervorruft. Bewegt man nach der erst angeführten Methode einfach die Lampe seitwärts vom Auge, dann fällt das Licht schief durch die Pupille und formt ein Bild auf der gegenüberliegenden Netzhautperipherie. Ebenso wenn die Lichtstrahlen durch eine Linse auf der Aussenseite der Sclerotica concentrirt werden, dringen sie zum Theil durch die Augenhäute hin, um auf der gegenüberliegenden Seite eine Lichtquelle zu formen.

Die deutliche Wahrnehmung der Aderfigur giebt uns ein Mittel an die Hand, um bei totaler Undurchsichtigkeit der vordern brechenden Medien des Auges die Perceptionsfähigkeit seiner Netzhaut zu prüfen. So wird, z. B. bei undurchsichtiger Cataract, die durch Beleuchtung der Sclerotica entworfene Aderfigur ein unschätzbares Mittel zur Untersuchung der Lichtperception.

Literatur.

R. P. Claudii Francisci Milliet Dechales (e societate Jesu), Cursus seu mundus mathematicus. T. III. pag. 402. Lugduni 1690.

De la Hire, Accidents de la vue. Mém. de l'Acad. des Sciences. pag. 358.

Pitcairnii opera. Lugd. Bat. pag. 203, 206. 1694.

Morgagni, Adversaria anatomica VI. Anim. LXXV. pag. 94. Lugd. Bat. 1722.

Le Cat, Traité des sens. pag. 298. Rouen 1740.

Aepinus, Nori comment. Petrop. VII. pag. 303. 1740.

Histoire de l'Acad. des sciences pour l'an 1760. pag. 57. Paris 1766.

J. Purkinje, Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne oder Beiträge zur Kenntniss des Sehens in subjectiver Hinsicht. Prag. Zweite unveränderte Auflage. 1823. pag. 89.

——, Neue Beiträge zur Kenntniss des Sehens in subjectiver Hinsicht. 1825. pag. 115, 117.

Andreae, Graefe und Walther's Journal d. Chir. u. Augenh. Vol. VIII. pag. 16. 1825.

Wheatstone, Observations in the physical Section of the British Association at Oxford. Report 1832.

F. F. W. The London and Edinburgh Philosophical Magazine. 1834. Observations on the visibility of the Retina, with remarks upon its probable cause. pag. 353.

Prevots, Mémoires de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève. pag. 244. 1832.

W. G. Horner, On the autoptic spectrum of certain vessels with in the eye, as delineated in shadow on the retina. pag. 263. 1834.

Sotteau, Recherches sur les apparences visuelles sans objet extérieur, connues sous le nom vulgaire de mouches volantes. Annales et bulletin de la Société de medecine de Gand. Vol. XI. Sept. 1842.

Stepfensand, Poggendorff's Ann. LV. pag. 134. v. Ammon's Monatschrift für Medicin. I. pag. 203. 1842.

Listing, Beitrag zur physiologischen Optik. Göttingen 1845.

David Brewster, Phil. Magaz. XXXII. I. Arch. des sciences phys. et natur. de Genève. VIII. pag. 299. — Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XV. 1845. pag. 377.. — On the optical phenomena, nature and locality of muscae volitantes, etc. — The London and Edinburgh Philosophical Magazine. 1834. January-June. pag. 115. Observations on the supposed vision of the Blood-vessels of the Eye. — Ibidem. 1848. Jan.-June. pag. 1.

Mackenzie, Edinb. Medical and Surgical Journal. July. 1845. — Practical Treatise on the diseases of the Eye. 1840. pag. 748.

F. C. Donders, Over entoptische gezichtsverschijnselen en derzelver toepassing voor de herkenning van ooggebreken. Nederl. Lancet. 1846—1847. pag. 345, 432, 537. — Het entoptisch onderzoek tot herkenning van oogziekten. Nederl. Lancet. 1850—1851. pag. 521.

Gudden in J. Müller's Archiv. 1849. pag. 522. Ueber das Verhältniss der Centralgefässe des Auges zum Gesichtsfelde.

Appia, De l'oeil vu par lui même. Genève 1852.

A. Doncan, De corporis vitrei structura. Dissert. Trajecti ad Rhenum. Onderzoekingen ged. in het Physiol. Laborat. der Utr. Hoogeschool. Jaar VI. pag. 171. Nederl. Lancet. III. 3. 1853—1854. pag. 658.

Trouessart, Suite des recherches concernant la Vision. C. R. XXXVI. pag. 144. 1853.

Burow, J. Müller's Archiv. 1854. pag. 166. Der gelbe Fleck im eigenen Auge sichtbar.

James Jago, Proceedings of the Royal Society. 18 Jan. 1855. VIII. pag. 603. Phil. Mag. XV. pag. 545. 1857.

H. Müller, Verhandlungen der physicalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. pag. 411. Ueber die entoptische Wahrnehmung der Netzhautgefässe, insbesondere als Beweismittel für die Lichtperception durch die nach hinten gelegenen Netzhautelemente.

Meissner, Beiträge zur Physiologie des Sehorgans. Leipzig 1854. pag. 78.

Ruete, Lehrbuch. pag. 165. — Physikalische Untersuchung des Auges. Leipzig 1854. pag. 24.

Vierordt, Wahrnehmung des Blutlaufs in den Netzhautgefässen. Arch. f. phys. Heilk. Heft II. 1856.

Tjepco Lycklama à Nycholt, Over sommige entoptische gezichtsverschijnselen. Leiden 1862.

Ludwig Mauthner, Zur Lehre vom entommatischen Sehen. XLVII. Bd. der Sitzungsb. der kais. Acad. der Wissenschaften. 1863.

Giraud-Teulon, Physiologie de la vision. Ann. d'Ocul. XLIX. pag. 9. 1863.

Adolph Fick, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Sinnesorgane. Entoptische Wahrnehmungen. pag. 251. 1864.

H. Scheffer, Die physiol. Optik. Entoptische Gesichtserscheinungen. pag. 222. 1865.

Helmholtz, Handbuch der physiol. Optik. 1867. pag. 148. Die entoptischen Erscheinungen. Idem, Des progrès récents dans la théorie de la vision. Traduit (pour la Revue des Cours scientifiques) par le Dr. Javal. Ann. d'Ocul. LXI. pag. 5, 124. 1869.

B. A. Pope, Entoptische Erscheinungen im Zusammenhang mit dem Blutlauf. Arch. f. Aug.-Ohrenh. I. 1. pag. 72. 1869. Ibidem. Vol. I. 2. pag. 459.

Szokalski, Phosphene besonderer Art. Klin. Mon. VIII. pag. 146. 1870.

B. A. Pope, Beiträge zur physiol. Optik. Arch. f. Aug.- und Ohrenh. II. 2. pag. 197—199. 1870.

H. Kaiser, Compendium der physiol. Optik. pag. 217. 1872. Die Wahrnehmungen entoptischer Objecte.

Heuse, Ueber die Beobachtung einer neuen entoptischen Erscheinung. Arch. f. Ophth. XVIII. 2. pag. 236. 1872.

VIII. Optasioscopie.

Prüfung der Retinalperception ohne Lichteinwirkung.

§ 68. **Druckphosphene.** Jede Reizung des Sehnerven ruft einen Lichteindruck hervor. Licht ist der gewöhnliche Reiz des Sehnervenapparates; er reagirt aber auch auf andere Reize. Am bekanntesten ist die mechanische und electrische Reizung.

Serres d'Uzès verwandte die mechanische Reizung zur Diagnose der Perceptionsfähigkeit der Netzhaut. Bei mässigem Drucke mit einem abgerundeten Instrumente, direct oder durch das Augenlid auf den Bulbus applicirt, entsteht ein Lichteindruck, den Serres d'Uzès Phosphen genannt hat. Dieses wird in der dem Drucke entgegengesetzten Richtung projicirt, entsteht also an der Stelle des Druckes selbst, wahrscheinlich durch mechanische Zerrung und dadurch veränderte Ernährung der Netzhaut.

Das Phosphen erscheint, in einem dunkeln Gesichtsfelde, als helle kreisrunde Fläche von einem doppelten, dunkeln Rande umgeben, in einem hellen Gesichtsfelde dagegen, gerade umgekehrt, als schwarzer Fleck mit doppeltem, hellem Rande. Applicirt man den Druck auf der Sclerotica so weit nach hinten, dass das Phosphen beinah in der Mitte des Gesichtsfeldes auftritt, dann überzeugt man sich leicht, dass an derselben Stelle die gleichzeitig wahrgenommenen objectiven Lichtbilder verzerrt erscheinen und die Perceptionsfähigkeit für objectives Licht abgestumpft ist.

Wird der Druck an der vordern Seite der Sclerotica angebracht, dann stellt das Phosphen statt eines Kreises nur mehr einen Halbkreis dar, und giebt so die Grenze des Gesichtsfeldes an.

Drückt man seitlich, und mit einer gewissen Kraft auf den Bulbus, dann bemerkt man häufig — dem gewöhnlichen Phosphen gerade gegenüber — ein zweites, das wahrscheinlich auf dem Gegendruck des Bulbus an der Orbitalwand beruht. Ebenso erhält man ein ausgedehntes Druckbild in der Mitte des Gesichtsfeldes, wenn man den Bulbus von vorn nach hinten in die Orbita zurückpresst. Häufig bemerkt man dabei einen Lichtring, welcher den Mariott'schen Fleck umgiebt. Letzterer mag die Folge von dem Drucke sein, der durch den Widerstand des Sehnerven und seiner Umgebung entsteht.

Hat ein allmählig zunehmender Druck auf das Auge eine gewisse Höhe erreicht, dann verschwindet das Phosphen wieder und mit ihm auch die Perceptionsfähigkeit der Netzhaut.

Donders[1]) machte darauf aufmerksam, dass das Verschwinden der Lichtperception gerade zusammenfällt mit dem Auftreten von Arterienpuls, den man gleichzeitig mit dem Augenspiegel nachweisen kann. Je härter das Auge ist, desto geringer braucht der Druck zu sein, um Arterienpuls her vorzurufen.

Zu den mechanischen Reizerscheinungen gehört auch das Accommodationsphosphen, das in einem kreisförmigen Lichtringe besteht, wenn die Accommodation plötzlich übermässig angestrengt wird. Purkinje wies diese Erscheinung zuerst nach, Czermac

---

1) F. C. Donders, Ueber die sichtbaren Erscheinungen der Blutbewegung im Auge. Arch. f. Ophth. I. 2. pag. 75.

deutete sie als Zerrung der *Ora serrata*, wenn — nach der Helmholtz'schen Accommodationstheorie — die *Zonula Zinnii* plötzlich in ihre gewöhnliche Spannung zurückkehrt.

Die Druckphosphene können mit Vortheil zur Diagnose der Perceptionsfähigkeit umschriebener peripherer Netzhauttheile verwendet werden. Die Grenzen von Gesichtsfeldbeschränkungen oder seitlichen Scotomen lassen sich auf diese Weise constatiren und mit dem ophthalmoscopischen Befunde vergleichen. Vor allem scheint uns zur Differentialdiagnose der Retinalablösung die Prüfung mit den Phosphenen ein werthvolles Hülfsmittel zu sein: Wenn Glaskörpertrübungen die ophthalmoscopische Untersuchung stören und die losgelöste Retina noch Licht empfindet, so ist wohl der Mangel der Phosphene das einzige Mittel, um die Begrenzung der Ablösung zu beurtheilen.

§ 69. **Photopsieen.** Auch die Photopsieen, welche bei Congestion und Entzündung der Netzhaut entstehen, gehören zu den Reizungen derselben, die ohne Lichteinwirkung zu Stande kommen. Sie beruhen auf einer Alteration der Ernährung der Netzhaut und können vielleicht als Druckphosphene betrachtet werden, die durch Blutandrang und vermehrtes Zuströmen von Ernährungsflüssigkeit hervorgerufen werden.

Wir erinnern hier übrigens daran, dass auch die normale Retina fortwährend etwas subjectives Licht empfindet. Dies Eigenlicht der Netzhaut ist zum Theil die Folge von vorhergegangenen Lichteindrücken, zum Theil aber auch von fortwährender, leichter, mechanischer Reizung, die durch die Bewegung des Bulbus und durch Veränderung des intraoculären Druckes zu Stande kommt.

Die Photopsieen sind von hohem diagnostischem Werthe. Die Nachbilder, welche nach Lichteinwirkung entstehen, haben denn auch in der Diagnostik eine ausgedehnte Anwendung gefunden, vor allem zur Constatirung des Standes der Augen. (Vgl. Cap. XII. Tropometrie.)

§ 70. **Electrische Reizung des Sehnerven.** Schon schwache electrische Ströme erregen den Sehnerven: Bringt man den einen Pol eines Zinkkupferelementes in den Mund, den andern auf das befeuchtete Augenlid, so bemerkt man beim Oeffnen und beim Schliessen des Stromes einen Lichtblitz. Der Schliessungsblitz ist intensiver, bei aufsteigender positiver Electricität, der Oeffnungblitz dagegen bei absteigender Stromesrichtung (Pfaff). Man muss hierbei natürlich darauf achten, dass der Bulbus nicht gedrückt werde.

Wendet man stärkere Ströme an, dann dauert der Einfluss der Electricität fort. Man erhält dann bei aufsteigender Stromesrichtung ein hell erleuchtetes Gesichtsfeld (Steigerung des Eigenlichtes) in weisslich violetter Färbung. Bei absteigender Stromesrichtung wird das Gesichtsfeld dunkler (Schwächung des Eigenlichtes) mit gelblicher Farbe. Unterbricht man den Strom, so wird die Complementärfarbe empfunden. Die Eintrittstelle des Sehnerven wird dabei im Gesichtsfelde sichtbar, und zeigt immer die entgegengesetzte Phase electrischer Wirkung (Purkinje).

Während das Eigenlicht der Netzhaut gesteigert ist, also bei aufsteigender Stromesrichtung, ist die Perceptionsfähigkeit für gleichzeitig einfallendes, objectives Licht herabgesetzt (Ritter). Hierauf folgt, nach Aufhören des Stromes, eine vermehrte Empfindlichkeit für objectives Licht.

Werden electrische Ströme durch das Hirn geleitet — wobei allerdings etwas Vorsicht nothwendig ist (Le Roy) — dann entstehen Phantasmen.

Die galvanische Reizung wird sich vielleicht zur Differentialdiagnose bei beginnender Amaurose mit Erfolg verwerthen lassen.

Literatur.

Mechanische Reizung.

J. Newton, Optice, am Schluss der Quaestio. XVI. 1706.

Eichel, in Collectan. soc. med. Havniensis. 1774.

A. von Humboldt, Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. II. 144. 1797.

Th. Young, on the mechanisme of the eye. Phil. Transact. I. 23. 1801.

Purkinje, Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne. I. 78, 126, 136; II. 115. 1819—1825.

Magendie, Journal de Physiologie. IV. 180; V. 189. 1825.

J. Müller über die phantastischen Gesichtserscheinungen. pag. 30. Coblenz 1826.

D. Brewster in Pogg. Ann. XXVI. 156. Phil. Mag. I. 56. 1832.

Seiler in Henke's Zeitschr. f. gerichtl. Med. 4. Quartal. pag. 266. 1833.

Linke, de fungo medullari. Lipsiae 1834.

Quetelet, Pogg. Ann. XXXI. 494. 1834.

J. Müller, in seinem Arch. f. Anat. und Physiol. pag. 140. 1834.

Tourtual in J. Müller's Handbuch der Physiologie. II. 259. 1840.

Serres d'Uzès, du phosphène. C. R. XXXI. 375—378. 1850.

Czermak, Physiologische Studien. Abth. I. § 5. pag. 42 und Abth. II. pag. 32. Wiener Sitzungsberichte XII. 322 und XV. 454. 1854, 1855.

A. E. Laiblin, Die Wahrnehmung der Choroidealgefässe des eigenen Auges. Dissert. Tübingen 1856.

Meissner, Bericht über die Fortschritte der Physiologie im Jahre 1856. pag. 568 in Henke's Zeitschr. f. ration. Medicin. 1856.

Joh. Czermak, Ueber das Accommodationsphosphen. Sitzungsberichte der mathem. naturw. Classe der kais. Acad. der Wissensch. Bd. XXVII. pag. 78. 1857.

Szokalski, Phosphene besonderer Art. Klin. Mon. f. Augenh. pag. 146. 1870.

Adolf Fick, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Sinnesorgane. pag. 270. 1864. Druckphosphen.

Electrische Reizung.

Le Roy, Mém. de Mathém. de l'Acad. de France. pag. 86—92. 1755.

Pfaff in Gren's Journal de Physique. VII. pag. 252, 253. 1794.

—— über thierische Electricität. pag. 142. 1795.

Ritter, Beweis, dass ein beständiger Galvanismus den Lebensprocess im Thierreiche begleite. pag. 127. Weimar 1798.

Volta, Colezione dell' opere. Tom. II. P. II. pag. 124. 1800.

Ritter, Beiträge zur näheren Kenntniss des Galvanismus. Bd. II. St. 3. 4. pag. 159, 166. § 93. 1800.

—— in Gilbert's Annalen. VII. 448. XIX. 6—8. 1801 u. 1805.

Purkinje, Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne. Bd. I. Prag 1819. pag. 50. Bd. II. Berlin 1825. pag. 31. Kastner's Arch. f. die gesammte Naturlehre. 1825.

Most, Ueber die grossen Heilkräfte des in unseren Tagen mit Unrecht vernachlässigten Galvanismus. pag. 812. Lüneburg 1823.

Fechner, Lehrbuch des Galvanismus und der Electrochemie. Cap. 39. pag. 485 ff. 1829.

Hjort, de Functione retinae nervosae. Part. II. (Dissert.) pag. 31. § 17. Christiana 1830.

E. Du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Electricität. I. 283—293, 338—358. 1848.

M. Monoyer, Idée d'une nouvelle théorie entièrement physique des images consécutives. Bull. de la Soc. des Sciences naturelles de Strassbourg 1868.

J. K. Becker, Zur Lehre von den subjectiven Farbenerscheinungen. Pogg. Ann. d. Physik. V. pag. 305—319. 1871.

IX. Ophthalmotonometrie.

§ 71. **Die Bestimmung der Spannung des Bulbus.** Die Untersuchung der Spannung des Bulbus datirt erst aus den neueren Zeiten, während die ältern Autoren höchstens einige Andeutungen darüber geben. Erst im Beginne dieses Jahrhunderts sprechen Himly, Beer u. A. von Härte des Auges bei Glaucoma. Coccius meldet von Ritterich, einem Schüler von Beer, dass er ihn im Jahre 1846 sehr häufig den Bulbus palpiren sah, und Synchisis sowie Härte des Auges diagnosticiren hörte [1].

Bowman untersuchte, wie viele Grade von Abweichung in der Spannung des Bulbus er noch mit Sicherheit durch den Fingerdruck zu unterscheiden vermochte, und verglich seine Resultate mit denen zuverlässiger Collegen. Er kam zu dem Schlusse, dass sowohl für die Vermehrung, als für die Verminderung des Druckes sich drei verschiedene Stufen unterscheiden lassen, ohne dass darin die Angaben verschiedener Untersucher von einander differirten. Während er also die Tension des normalen Auges mit T bezeichnet, schreibt er für die verschiedenen Grade des harten Auges: T + 1, T + 2, T + 3, und für das weiche: T — 1, T — 2, T — 3.

Die Prüfung des intraoculären Druckes geschieht gerade so, wie die Prüfung auf Fluctuation: Mit den Spitzen der beiden Zeigefinger drückt man abwechselnd auf das vom oberen Lide bedeckte Auge, während die drei andern Finger sich auf den oberen Orbitalrand stützen. Auf diese Weise folgt die Hand allen Bewegungen des Kopfes ohne das Auge mehr zu drücken. Die Palpation darf nur mit den Muskeln der Finger, nicht aber durch die Bewegung von Hand oder Arm, ausgeführt werden, denn je peripherer die Theile unserer Gliedmassen, desto feiner ihr Gefühl. Es ist ausserdem rathsam, bei diesen Prüfungen das

1) E. A. Coccius, Ophthalmometrie und Spannungsmessung am kranken Auge. pag. 29. Leipzig 1872.

Auge nach abwärts sehen zu lassen, damit der Druck auf die Sklera wirke; steht das Auge nach oben, und drückt man also auf die Cornea, dann scheint die Spannung höher zu sein. Aus demselben Grunde setzt man auch die Fingerspitzen über den oberen Rand des Tarsus, weil das Augenlid da am dünnsten ist, und die ungleiche Dicke des Tarsus das Urtheil über die Tension des Bulbus stören könnte.

Coccius schlug unlängst vor, nicht durch das Augenlid hindurch zu drücken, sondern die Fingerspitzen, mit warmem Wasser befeuchtet, direct auf den Augapfel aufzusetzen, während man dabei das Auge nach oben sehen lässt: »Je häufiger und vielseitiger man jene Palpationsmethode an Kranken anwendet, um so mehr lernt man die Grösse ihrer Bedeutung und ihren isolirten, aber einflussreichen Standpunct unter den Methoden der Diagnose kennen«[1].

Bei allen Untersuchungen der Spannung des Auges hat man darauf zu achten, dass dieselbe weder durch Kneifen der Augenlider, noch durch Anspannung der Muskeln momentan erhöht werde[2].

Die Schätzung des intraoculären Druckes mit Hülfe der Palpation liefert für practische Zwecke genügende Resultate; Anomalien der Spannung, wie sie für bestimmte Krankheiten characteristisch sind, lassen sich auf diese Weise sicher constatiren. Allein die Kraft, mit welcher man drückt, ist immerhin kein objectives Mass; Differenzen in der Meinung zweier Beobachter lassen sich daher schwierig entscheiden, und kleine Unterschiede der Tension, wie sie von einem Tag auf den andern oft vorkommen, entgehen der Beobachtung. Es wäre demnach von grosser Wichtigkeit, ein Instrument zu besitzen, an welchem man die Kraft, mit der gedrückt wird, direct ablesen könnte.

Im Jahre 1863 wurden gleichzeitig in Berlin durch A. v. Gräfe und in dem »Gasthuis voor Ooglijders« zu Utrecht Versuche zur Lösung dieser Aufgabe gemacht.

In dem von v. Gräfe construirten Instrumente[3]) wird ein kleiner Stab mittelst eines belasteten einarmigen Hebels gegen das Auge angedrückt, während man an einer Scale ablesen kann, bis zu welchem Grade der Stift die Spannung des Auges bei verschiedener Belastung zu überwinden vermag. v. Gräfe wählte dabei den Stützpunct des Instrumentes ausserhalb des Auges, indem er dasselbe auf drei Puncte des Orbitalrandes aufsetzte. Ein bedeutender Nachtheil des Instrumentes war der, dass das Auge bei dessen Anwendung unbeweglich befestigt sein musste, was die Chloroformnarcose des zu Untersuchenden nothwendig machte. Aber auch dann noch wird durch die Fixation des Auges leicht eine artificielle Steigerung des intraoculären Druckes hervorgerufen. Es lässt sich darum dies Princip für die Praxis nicht verwerthen.

Unter der Leitung von Prof. Donders wurden von Hamer[4]) (damals Assistent des Gasthuis voor Ooglijders) zu gleichem Zwecke Versuche angestellt. Er hatte

---

1) Coccius l. c. pag. 30.

2) Coccius spricht auch noch von einem optischen Tonometer (Mechanismus der Accommodation. 1867). Er bezeichnet damit die ophthalmoscopische Beobachtung des venösen und arteriellen Pulses bei allmählig zunehmendem Fingerdruck. Je härter das Auge ist, desto leichter entstehen diese Pulsphänomene.

3) Arch. f. Ophth. IX. 2. 1863. pag. 215.

4) Heidelberger ophth. Congress. 1863. Klin. Monatsbl. I. 1863. pag. 502.

dabei das Ziel im Auge, ein Instrument zu construiren, welches sich gegen den Augapfel selbst andrücken liesse, und wobei man als Maas einerseits die Tiefe des Eindruckes in der Sclerotica, andererseits die Kraft benutzte, mit welcher derselbe hervorgerufen werde. Das Instrument besteht aus einem messingnen Tubus, aus welchem ein Stift herausragt. Dieser steht mit einer aufgewundenen Uhrfeder in Verbindung, sodass er beim Eindrücken die immer grösser werdende Spannung derselben zu überwinden hat. Durch die Verschiebung des Stiftes wird ein Zeiger in Bewegung gesetzt, dessen Stand man auf einem Zifferblatte ablesen kann.

An todten Augen wurde der Druck manometrisch gemessen und der jeweils entsprechende Stand des Zeigers bestimmt (Schuurman). Auf solche Weise erhielt man also eine empirische Scale der manometrischen Spannungen.

Setzt man dieses Instrument so auf das Auge, dass der Rand des Tubus gerade die Sclerotica berührt, so wird also je nach der verschiedenen Resistenz, welche die Bulbuswand in Folge des hydrostatischen intraoculären Druckes darbietet, der Stift unter der gewissen angewandten Druckkraft einerseits eine bestimmte Tiefe des Eindruckes hervorbringen, andererseits in bestimmtem Grade zurückweichen. Die durch letztere Bewegung des Stiftes hervorgebrachte Drehung des Zeigers giebt direct den vom todten Auge abgeleiteten Grad der intraoculären Spannung an.

Bei der Anwendung dieses Instrumentes muss man die Krümmung der Fläche, auf welche es aufgesetzt wird, berücksichtigen. Zur Bestimmung derselben dient ein besonderes Instrument, das aus einem Tubus von gleichem Durchmesser wie das Tonometer besteht, und auch einen gleichen Stift enthält. Dieser aber lässt sich mit möglichst geringer Reibung ein- und ausschieben.

Nach obigem Principe wurden in Utrecht successive drei immer vollkommenere Instrumente construirt.

Die Ausführung des Mechanismus liess jedoch noch zu wünschen übrig, und Donders wandte sich darum an Dor mit der Bitte, von einem der berühmten Uhrenfabrikanten von Genève ein solches Instrument technisch vollkommener darstellen zu lassen. Am Heidelberger Congresse von 1865 zeigte denn auch Dor ein solches, nach seinen Angaben von dem ausgezeichneten Uhrmacher Lecoultre in Genève construirtes Tonometer vor[1]). (Fig. 46.)

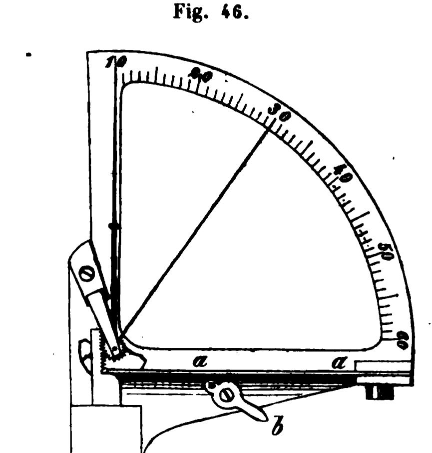
Im Principe stimmt dies Instrument mit dem von Hamer überein. Der Stand des Stiftes *c* kann hier durch eine Schraube *dd* regulirt werden. Die Spiralfeder ist vertreten durch eine gerade Stahlfeder *aa*, die nicht sehr lang ist, sodass die Spannung bei tieferem Einschieben des Stiftes rasch zunimmt. Die Wirkung dieser Feder lässt sich durch einen kleinen Hebel *b*, welcher dieselbe nach oben drückt, vollkommen aufheben, sodass man dann mit dem gleichen Instrumente auch die Krümmung der Sclerotica bei nicht darauf wirkendem Druck messen kann.

All den erwähnten Tonometern liegt als Princip das Gesetz zu Grunde, dass die Tiefe des Eindruckes, welcher in die Sclerotica gemacht wird, abnimmt, und die dazu erforderte Druckkraft grösser wird mit der Zunahme der Spannung des Auges. Diese zwei Factoren sind aber beide veränderlich, und keiner von ihnen

1) Arch. f. Ophth. XIV. 1. pag. 18. H. Dor, Ueber Ophthalmotonometrie.

wird direct gemessen. Die Resultate verschiedener Untersuchungen sind darum nicht direct unter einander vergleichbar. So erhält man im weichen Auge mit geringer Kraft schon einen tiefen Eindruck, und im harten Auge umgekehrt mit grösserer Kraft einen kleineren Eindruck.

Fig. 46.



Diesen Uebelstand suchte man durch directe manometrische Bestimmung der Tonometergrade zu umgehen. Während diese Versuche, wie oben erwähnt, in Utrecht am herausgenommenen Leichenauge, dessen hydrostatischen Druck man willkürlich änderte, gemacht wurden, benutzte Dor[1]) dazu mit Recht das in situ befindliche Auge, sowohl von menschlichen Leichen, als von eben getödteten Kaninchen. Es ist jedoch klar, dass diese Bestimmungen nur einen relativen Werth haben, indem die Elasticität der Augenhäute sich nach dem Tode, und unter so abnormen Umständen jedenfalls rasch ändert.

Dies einsehend suchte Dor später die Kraft mit der man drückt — also einen der beiden bisher veränderlichen Factoren — constant zu erhalten. Zu dem Behufe hat er in letzter Zeit gerathen, sein Tonometer nicht mit der Hand auf das Auge zu setzen, sondern an einem Faden senkrecht aufzuhängen, und durch seine eigene Schwere auf das Auge wirken zu lassen. Hierbei ist die Unbeweglichkeit des Auges ein Haupterforderniss, und wir stossen also wieder auf dieselben Beschwerden, welche wir bei dem Tonometer von v. Gräfe angeführt haben.

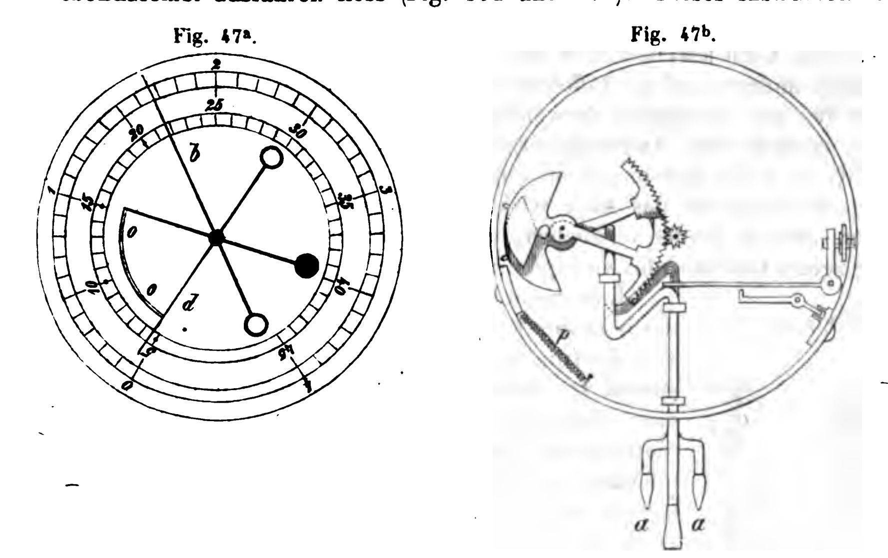
Dasselbe Princip der constanten Druckkraft wurde verwirklicht in dem auf Ansuchen von Donders durch den Mechanikus A. Stroh in London construirten Tonometer. welches an Genauigkeit der Ausführung alle andern übertraf. Es hat die Grösse und Form einer Taschenuhr, und eine Schale von Aluminium. Der Stift, der auf den Bulbus gedrückt wird, befindet sich nicht in einem Tubus, wie bei den andern Tonometern, sondern letzterer endigt mit zwei Knöpfen, wodurch der Nachtheil des schiefen Aufsetzens des Instrumentes vermindert wird. Die mit dem Stifte in Verbindung stehende Feder ist so lang, dass beim Einschieben desselben die Spannung immerfort annähernd dieselbe bleibt. Auf diese Weise hat man also eine constante Kraft, und braucht auf dem Zifferplatte nur abzulesen, wie tief der Stift in die Sclerotica eingedrungen ist.

1) E. Pflüger, Beiträge zur Ophthalmotonometrie. Inauguraldissertation. Bern 1871.

Alle oben beschriebenen Tonometer haben den Fehler, dass sie die Tension leicht zu hoch angeben, und zwar darum, weil sie darauf berechnet sind, dass der Stift so tief eingedrückt werde, bis der Rand des Tubus mit der Sklera in Berührung kommt. Durch den fortgesetzten Druck wird natürlich die Spannung des Auges künstlich vermehrt, und es ist schwer, genau den Zeitpunct zu finden, wo man aufhören soll zu drücken. Mit Rücksicht darauf hat schon Hamer zu dem letzten von ihm construirten Tonometer zwei in einander steckende Tuben verwandt, von denen sich der eine leicht über den andern verschieben lässt. Aber auch hierbei war der Moment, in welchem auch der äussere Tubus zu schieben beginnt, nicht leicht zu bestimmen.

Dieser Fehler ist erst eliminirt in dem neuen Tonometer von Monnik [1], den dieser in der Augenklinik zu Utrecht entwarf, und von dem Mechaniker W. Verlaan ebendaselbst ausführen liess (Fig. 47a und 47b). Dieses Instrument er-

Fig. 47a. Fig. 47b.



möglicht, bei verschiedenen Untersuchungen jeweilen ein und dasselbe Gewicht zu benutzen und zu bestimmen, wie tief der Eindruck ist, der dadurch hervorgebracht wird; oder auch umgekehrt, jedesmal einen Eindruck von bestimmter Tiefe zu machen, und dann abzulesen, welches Gewicht dazu erforderlich war. Monnik erreichte dies dadurch, dass er in dem Tonometer von Hamer den unbeweglichen Tubus durch zwei Stifte *aa* (Fig. 47b) ersetzte, welche mit möglichst geringer Reibung können eingeschoben werden. Die beiden Stifte wirken gemeinsam auf einen Zeiger *b* (Fig. 47a), welcher auf einem Zifferblatte die Veränderung der Stellung der beiden Stifte angiebt. Ein zweiter Zeiger *d* bewegt sich mit dem mittleren Stifte, welcher unter dem zunehmenden Drucke einer kurzen Feder *p* (Fig. 47b) steht. Durch diesen Zeiger wird ausser dem Stande des mittleren Stiftes auch die jeweilige Spannung der Feder ange-

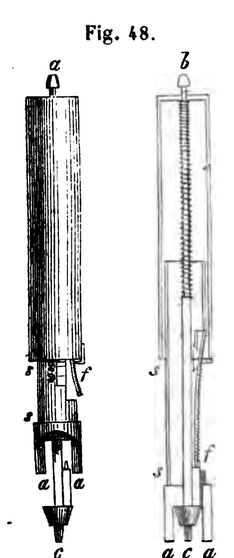
---

1) A. J. W. Monnik, Ein neuer Tonometer und sein Gebrauch. Arch. f. Ophth. XVI. 1. pag. 49. 1870.

geben. Will man mit einem bestimmten Gewichte drücken, z. B. mit 10 Gramm, dann drückt man so lange, bis der Zeiger auf der Scale 10 Gramm angiebt. Die Zeiger sind so eingerichtet, dass sie nach jeder Messung stehen bleiben. Die Scale, welche die Grade der Spannung angiebt, wurde mit Hülfe einer Wage direct bestimmt. Monnik zog es vor, bei der Tonometrie nicht die Kraft des Druckes, sondern eine bestimmte Tiefe des Eindruckes in das Auge zum Ausgangspuncte für die Vergleichung zu nehmen. Zu diesem Zwecke befestigte er an dem Zeiger *d*, welcher mit dem mittleren Stifte in Verbindung steht, eine kleine kreisförmige Scale *oo*, welche sich mit demselben bewegt, und worauf man direct die Differenz im Stande der beiden Zeiger — resp. zwischen den beiden äusseren, und dem mittleren Stifte — ablesen kann. Auch in diesem Instrumente lässt sich, wie in dem von Dor, die Feder ausser Wirkung setzen.

Das Tonometer von Monnik scheint uns auf vollkommen richtigen Anschauungen zu beruhen. Von den beiden Factoren: Druckkraft und Tiefe des Eindrucks, kann jeweilen einer als constant angenommen werden, während man von dem anderen auf die Differenz in der Spannung schliesst. Aber auch hier treten bei der practischen Anwendung einige Schwierigkeiten auf. Man muss dabei nämlich seine Aufmerksamkeit auf zwei Puncte zugleich richten, einmal darauf, dass das Instrument an einem geeigneten Orte, und in der erforderlichen Richtung auf das Auge wirke, andererseits aber auch auf die beiden Zeiger. Dies ist beinah unmöglich, und Monnik gesteht selbst, dass die Anwendung seines Instrumentes viel Uebung verlange.

Fig. 48.



Eine neue Verbesserung erhielt das Tonometer durch das bekannte Erfindungstalent von A. Weber in Darmstadt[1]. Sein Instrument (Fig. 48ª und Fig. 48ᵇ halbe natürliche Grösse) stimmt im Allgemeinen mit den oben beschriebenen überein: Es wirkt ein Stift mit zunehmender Federkraft auf die Sclerotica, bis deren Krümmung in einer gewissen Ausdehnung zu einer Ebene abgeplattet ist. An einer Scale des Tubus *ss*, welcher die Spiralfeder enthält und in den zwei äusseren Tastfüsschen *aa* endigt, kann man die dazu aufgewandte Kraft des Druckes ablesen. Die bedeutende Verbesserung des Instrumentes aber besteht darin, dass man während seiner Anwendung nicht auf den Index zu sehen braucht, sondern seine Aufmerksamkeit auf die Applicationsstelle am Auge concentriren kann, weil durch einen selbstregistrirenden Mechanismus die Scale stehen bleibt, sobald die Abplattung der Sclerotica erreicht ist. So wie nämlich der mittlere Stift *c*, auf welchen die Spiralfeder einwirkt, mit den zwei seitlichen Tastfüsschen *aa* in einer Ebene anlangt, springt eine federnde Stange *f* los, welche auf den beweglichen Tubus *ss*, der die Scale trägt, hemmend einwirkt.

Ueberschauen wir die Reihe der oben genannten Tonometer, so stehen wir nicht an, dem Monnik'schen Principe den Vorzug zu geben. Der Tonometer von

1) Klin. Monatsbl. XI. 1863. pag. 435.

Monnik steht jedoch dem von Weber darin nach, dass man bei seiner Anwendung immer auf zwei Dinge zugleich sehen muss.

Monnik und Weber haben beide an ihren Messungen ein bestimmtes Mass der Verschiebung des mittleren Stiftes zu den beiden äusseren — resp. der Abplattung oder Eintiefung der Sclerotica — zu Grunde gelegt. Uns dagegen scheint es richtiger, von einer bestimmter Einheit des Druckes auszugehen und die Form und Tiefe des dadurch erreichten Eindruckes zu messen.

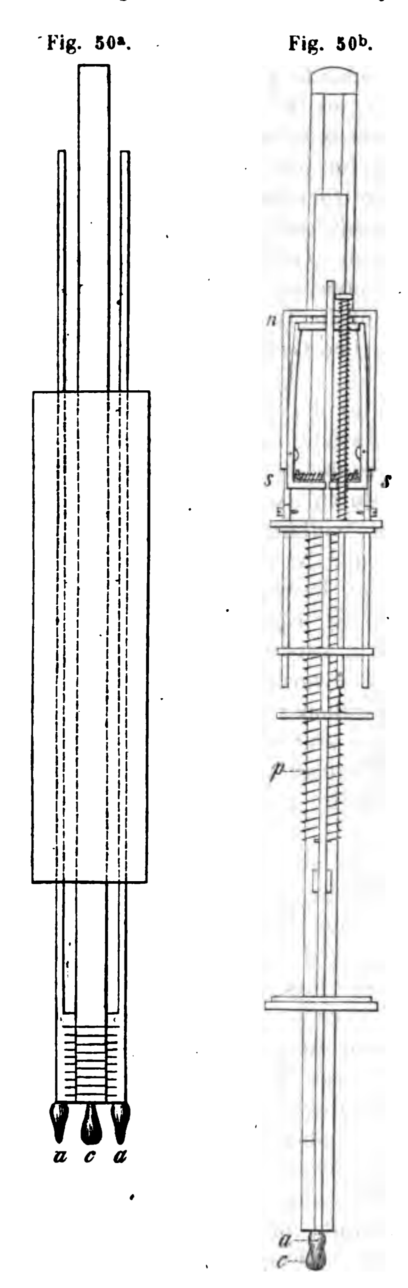
Der Druck ist eine constante Einheit, welche für jedes Instrument und für jeden Grad genau bestimmt werden kann. Der Eindruck in den Bulbus dagegen hängt von verschiedenen Momenten ab: Die Spannung, unter welcher die Augenmedien stehen, die Wegdrückbarkeit des Blutes in den Gefässen, möglicherweise auch der Lymphe in den Lymphbahnen, vor Allem aber die Elasticität der Augenhäute selber haben alle nicht nur einen Einfluss auf die Tiefe, sondern auch auf die Breite und die ganze Form des von einem gleichen Gewichte erzeugten Eindruckes.

Es trifft also alle bisher construirten Tonometer der Vorwurf, dass sie nur die Kraft und die Tiefe des Eindruckes, ohne Rücksicht auf eine mögliche Verschiedenheit in der Form des letzteren zum Massstabe nehmen. Es war zwar eine Verbesserung, die Röhre des Tonometers durch zwei Stifte zu ersetzen, ihr gegenseitiger Abstand ist aber willkürlich und nicht veränderlich; grösser jedoch scheint uns der Nachtheil zu sein, dass sie sich beide mit einander verbunden bewegen. Es kann nicht nur bei harten und weichen Augen, bei rigider und elastischer Sclerotica, die Breite des Eindrucks in verschiedenen Augen sehr differiren, sondern es steht auch zu erwarten, dass, wenn man nach Monnik's Vorgang die Stifte meridional aufsetzt, die Form des Eindrucks nach der Cornea hin eine andere werde, als nach dem Aequator hin. In beiden Fällen aber lässt sich diese Differenz am Instrumente nicht controliren, weil die beiden äussern Stifte sich immer mit einander bewegen.

Fig. 49.

Es scheint uns nothwendig, damit zu beginnen, die Form des Eindruckes unter verschiedenen Umständen genau zu eruiren. Wir bedürfen dazu eines Instrumentes, welches aus einem centralen Stifte besteht, der mit bekannter Kraft eingedrückt wird, während sich neben ihm, aber unabhängig von ihm und von einander, eine Reihe von Stiften mit möglichst geringer Reibung bewegen lassen. Als ersten Versuch in dieser Richtung nahmen wir eine Briefwage mit Spiralfeder (Fig. 49), deren Index wir mit einer kleinen Stange verbanden, welche im mittleren Stempel *m* endigte. Nahe an diesem Ende hatten wir einen metallnen Querstab *q* angebracht, in welchen, gleich weit von einander, runde Oeffnungen gebohrt waren, von denen jede ein kleines verschiebbares Stäbchen enthielt. An der Scale *S* liess sich die Kraft, mit welcher der mittlere Stift gegen das Auge gedrückt wurde, ablesen, während die Stellung der verschiedenen kleinen Stäbchen die Form des Eindruckes angab, welche durch ihre entgegengesetzten Enden auf der graduirten Platte *P* markirt wurde. Ein Nachtheil dieser Einrichtung war die allzu leichte Ver-

schiebbarkeit der kleinen Stifte, indem sie bei der Entfernung des Instrumentes häufig an der feuchten Conjunctiva kleben blieben, und weiter ausgezogen wurden. Wir suchten darum ein Instrument zu construiren, worin die Stifte, sobald der Druck einen gewissen Grad erreicht hat, in ihrer Stellung festgehalten werden.



Mit Hülfe des Mechanikers Verlaan ist es uns denn auch geglückt, ein Instrument fertig zu bringen, welches im Principe den von uns gestellten Anforderungen entspricht. Es besteht dasselbe (Fig. 50a und Fig. 50b) aus einem Tubus, worin sich drei Stifte (*aca*), isolirt, verschieben lassen. Der mittlere *c* ist verbunden mit einer Spiralfeder *p*, deren Spannkraft sich beim Drucke regelmässig steigert. Die zwei äusseren Stifte *aa* lassen sich — unabhängig von einander — mit möglichst geringer Reibung verschieben, und tragen in Millimeter getheilte Scalen, welche auf einem mit dem mittleren Stifte verbundenen Nonius laufen. Hierdurch wird es möglich den Stand der drei Stifte zu einander, also auch die Tiefe des Eindrucks in die Sclerotica, abzulesen. Durch einen einfachen Mechanismus lassen sich die beiden äussern Stifte *aa* mehr oder weniger auseinanderrücken, sodass man aus einigen successiven Untersuchungen mit verschiedenen Abständen derselben auf die gesammte Form des Eindruckes schliessen kann, gerade so, als wenn man eine ganze Reihe von Stiften gleichzeitig in Anwendung gebracht hätte.

Sobald die Spiralfeder bis auf einen bestimmten Grad zusammengepresst ist, springt eine zweite Feder *ss* los, welche die drei Stifte mittelst der Klammer *n* (Fig. 50b) in ihrer gegenseitigen Stellung fixirt. Der Moment, in welchem dieser Hemmungsapparat in Wirkung treten muss, lässt sich beliebig bestimmen, sodass man die Spannung von 5 bis zu 30 Gramm variiren kann.

Es trägt diese Vorrichtung also all den von uns gestellten Anforderungen Rechnung: Es wird mit gegebener Kraft ein Eindruck in die Sclerotica gemacht, dessen Tiefe, Breite und gesammte Form in allen Richtungen gemessen werden kann.

Das fortgesetzte Studium auf diesem Wege muss uns zu dem richtigen Massstabe für das Verhalten der Spannung der Medien des Auges, und der Elasticität seiner Häute, gegenüber einem von aussen mit verschiedener Kraft angewendeten Drucke verhelfen.

Coccius, wo er von dem gegenwärtigen Stande der Tonometrie spricht, nennt sie: »die Spannungslehre des kranken Auges, die als ausgebildete Wissenschaft noch gar nicht existirt, daher auch in der Literaturgeschichte unter obigem Titel nicht aufzufinden ist«[1]. Wir anerkennen mit ihm, dass für die objective Tonometrie das letzte Wort noch lange nicht gesprochen ist. In der Praxis verdient noch immer die zweckmässig ausgeführte digitale Untersuchung, verbunden mit der Wahrnehmung der vitalen Erscheinungen bei erhöhtem oder erniedrigtem Drucke, den Vorzug. Allein, wir sind überzeugt von der Nothwendigkeit grösserer Objectivität in der Untersuchung.

Der mitgetheilte Versuch beweist, dass die Hülfsmittel dazu nicht unerreichbar sind, ja wir dürfen sogar behaupten, dass wir in dieser Aufgabe bis zu dem Wege gelangt sind, welcher zur richtigen Lösung der Frage führen muss. Wir haben darum geglaubt, dass in unserer Uebersicht über die Hülfsmittel zur Untersuchung des Auges, ein Beitrag zu der Geschichte der »im Werden begriffenen Ophthalmotonometrie« nicht fehlen dürfe.

Literatur.

F. C. Donders, Vorzeigung neuer, ophthalmometrischer Instrumente. Klin. Monat. f. Augenh. pag. 502. 1863.

—, Ueber einen Spannungsmesser des Auges. (Ophthalmotonometer.) Arch. f. Ophth. IX. 2. pag. 215. 1863.

R. Schelske, Ueber das Verhältniss des intraocularen Druckes und der Hornhautkrümmung des Auges. Arch. f. Ophth. X. 2. pag. 1. 1864.

H. Dor, Ueber ein verbessertes Tonometer. Klin. Monat. f. Augenh. pag. 351. 1865. (Sitzungsber. I. 6.)

Adolph Weber, Einige Worte über Tonometrie. Arch. f. Ophth. XIII. I. 2. pag. 201. 1867.

H. Dor, Compte rendu du Congrès d'ophthalmologie. pag. 161. Paris 1868.

—, Ueber Ophthalmotonometrie. Arch. f. Ophth. XIV. 1. pag. 13. 1868.

Adamuck, Noch einige Bemerkungen über den Intraoculardruck. Klin. Monatsbl. f. Augenh. pag. 386. 1868. (Sitzungsber. III. 19.)

A. J. W. Monnik, Tonometers en Tonometrie. Verslag Ned. Gasth. voor Ooglijders. Nr. 10. pag. 55. 1869.

A. von Hippel und A. Grünhagen, Ueber den Einfluss der Nerven auf die Höhe des intraocularen Druckes. Arch. f. Ophth. XV. 1. pag. 265. 1869.

E. Adamuck, Over den invloed van atropine op de intraoculaire drukking. Verslag Ned. Gasth. voor Ooglijders. Nr. 11. pag. 179. 1870.

A. J. W. Monnik, Een nieuwe tonometer en zyn gebruik. Ned. Arch. voor Genees- en Natuurk. V. pag. 66. 1870. en Onderzoekingen gedaan in het Physiol. Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. III. pag. 20. 1870.

---

1) Coccius l. c. pag. 25.

A. J. W. Monnik, Ein neues Tonometer und sein Gebrauch. Arch. f. Ophth. XVI. 1. pag. 49. 1870.
E. Pflüger, Beiträge zur Ophthalmotonometrie. Inaug. Dissert. Bern 1871.
E. A. Coccius, Ophthalmometrie und Spannungsmessung am kranken Auge. pag. 29. Leipzig 1872.

X. Ophthalmostatometrie.

Bestimmung der Lage der Augen.

§ 72. **Abweichung in der sagittalen Axe.** Die Augen können in ihrer Stellung zu einander oder zu den Orbitalrändern, entweder in der Richtung der Sagittalaxe x, oder in der Richtung der Frontalfläche — d. h. in der Richtung der Transversalaxe y oder der Verticalaxe z — vom normalen Stande abweichen.

Diese Lageveränderungen werden in der Regel nur durch Augenmaass geschätzt, und durch ungefähre Vergleichung mit anderen Grössen ausgedrückt. Es versteht sich von selbst, dass es von grosser Bedeutung ist, dafür eine genauere objectivere Bestimmungsweise zu wählen, zumal in Fällen, wo die Abweichung noch zweifelhaft ist, und wo es darauf ankommt Zu- oder Abnahme derselben zu constatiren.

Mit Zirkel und Maasstabe erhält man wohl die directen Entfernungen, aber nur schwierig die Projectionsdistanzen von Puncten, welche nicht in einer Fläche liegen. Dazu bedarf man besonderer Vorrichtungen.

Es ist das Verdienst H. Cohn's [1] die ersten Versuche einer genauen Bestimmung der Prominenz der Augen gemacht zu haben. Er construirte dafür ein Instrument das er Ophthalmoprostatometer, später der Kürze wegen Exophthalmometer nannte. Anfangs setzte er einen eingetheilten Stab senkrecht zur Frontalfläche auf den äussern Orbitalrand, und bewegte längs desselben ein mit einem Fadenkreuz versehenes Visir, um dadurch den Scheitel der Hornhaut zu bestimmen.

Durch einige hundert Messungen an gesunden Augen constatirte er, dass der Gipfel der Cornea im Mittel 10 bis 18 Mm. über den äussern Orbitalrand vorragt. Bei einigen stark myopischen Glotzaugen fand er eine Prominenz von 24 Mm. Nach diesen vorläufigen Untersuchungen aber überzeugte er sich an einer Anzahl von Schädeln, dass der äussere Orbitalrand ein im Verhältniss zu den andern Theilen des Gesichts sehr unconstanter Ausgangspunct zur Vergleichung ist. In Folge von Asymmetrie des Schädels kann derselbe auf der einen Seite des Gesichts stark zurücktreten. In einem Falle, wo das eine Auge deutlich über das andere prominirte, ergab sich sogar, dass, in Folge der Asymmetrie der äussern Orbitalränder, die Protrusion des vorstehenden Auges nur 16 Mm., die des normalen dagegen 17 Mm. betrug. Cohn zieht es darum vor, die Stelle des obern Orbitalrandes zum Ausgangspuncte der Messungen zu machen, welche sich senkrecht über der Mitte der Pupille des gerade aus sehenden Auges befindet.

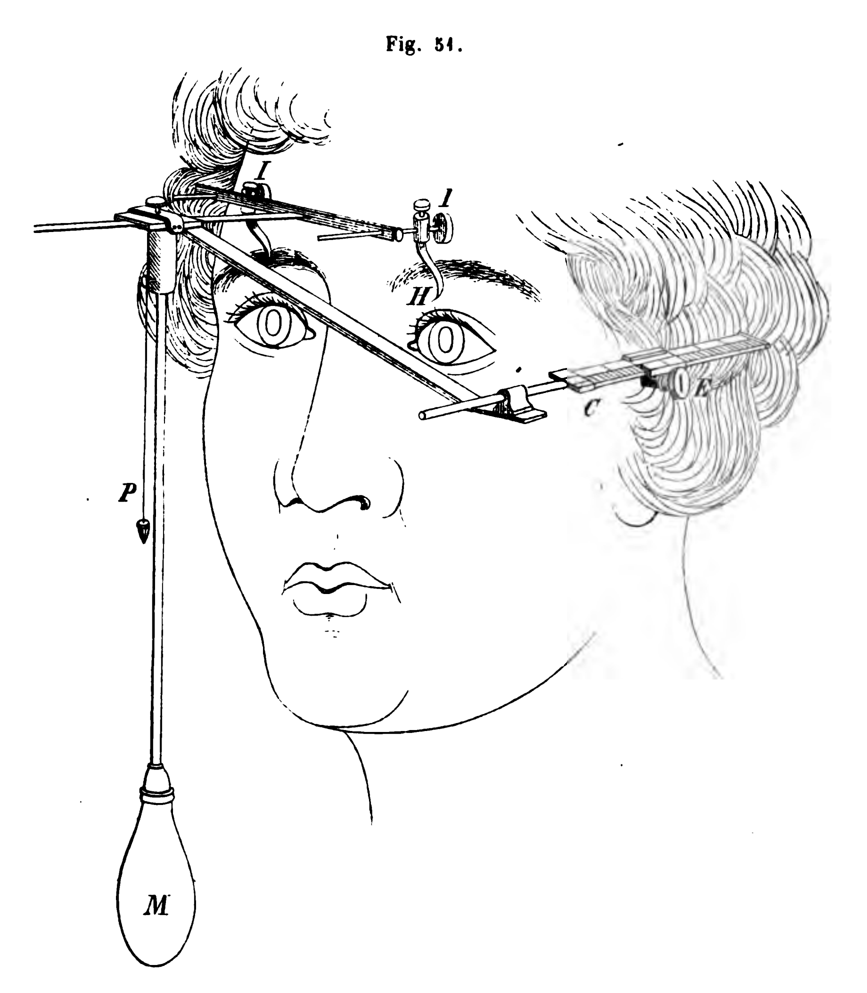
---

1) Klin. Monatsbl. f. Augenh. V. pag. 339. 1867.

Liegt der Scheitel der Cornea in derselben Frontalfläche mit der Mitte des Supraorbitalrandes, dann nennt er die Protrusion $P = O$, liegt er weiter vorn, dann wird $P = + x$ Mm., liegt er weiter zurück $P = - x$ Mm.

Für diese Art der Prominenzbestimmung construirte er folgendes Instrument, das er dem ophthalmologischen Congress von Paris im Jahre 1868 [1]) vorlegte.

Fig. 51.



Das Instrument stützt sich mit zwei Pelotten *I* und *I* (Fig. 51) an der Stirne, während es an der Handhabe *M* gehalten wird. Ein Senkel *P* dient zur Controlle, ob das Instrument vertical steht. Hieran ist mit einem seitlichen Arme die Scale *C* befestigt, welche senkrecht zur Frontalebene gerichtet ist. Ueber dieselbe lässt sich ein Diopter *E* verschieben, welchen man nach einander auf das Ende des Hakens *H*, das den Ort des Supraorbitalrandes angibt, und auf

1) Compte rendu du Congrès d'Ophthalmologie. pag. 21. 1868.

den Scheitel der Cornea einstellt. Die Verschiebuug des Diopters entspricht der Protrusion.

Mit diesem Instrumente fand COHN die normale Protrusion zwischen 0 und 5 Mm. schwankend. Die Grenzen seiner Beobachtungen von abnormaler Protrusion erstreckten sich von — 10 Mm. bis + 12 Mm.

Es zeigte sich ausserdem, dass auch im Normalzustande der relative Stand der beiden Augen beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist. So constatirte er in einem Falle während der Menstruation jeweilen eine Zunahme der Protrusion von 2 bis 3 Mm.[1]). Differenzen von 1 bis 3 Mm. lassen sich mit blossem Auge jedoch kaum erkennen.

v. HASNER[2]) construirte zu dem gleichen Zwecke ein Instrument, das er Orthometer nannte. Es besteht aus zwei quadratischen Rahmen, welche in einer gegenseitigen Entfernung von 43 Mm. parallel zu einander aufgestellt werden. Beide sind in gleicher Weise durch horizontal und vertical ausgespannte Pferdehaare von 8 Mm. Entfernung in ein Coordinatensystem eingetheilt. Ueber die mit einander correspondirenden Faden visirt man die Puncte von denen man bestimmen will, wie viel der eine den anderen überragt.

v. HASNER gibt bei dieser Bestimmungsmethode des Exophthalmus dem äussern Orbitalrande als Ausgangspunct den Vorzug, weil sich dieser wegen der dünnen, constant fettlosen Haut zu Messungen sehr gut eignet. Er hebt aber hervor, dass sich mit seinem Orthometer die Abstände auch vom oberen Orbitalrande aus messen lassen.

Ganz übereinstimmend im Principe mit dem ursprünglichen Exophthalmometer von COHN, haben EMIL EMMERT[3]) und P. KEYSER[4]) Instrumente angegeben, welche ihrer Hauptsache nach aus einem getheilten Stabe bestehen, auf welchem sich Visire verschieben lassen, die man auf den äussern Orbitalrand, und auf den Gipfel der Cornea richtet. Das Ende des Stabes stützt sich auf die Temporalgegend des Kopfes.

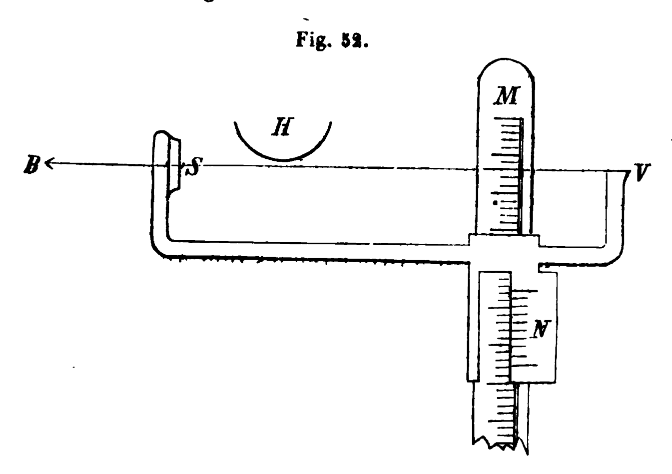
VOLKMANN[5]) brachte eine solche Scale an dem horizontalen Arme eines verticalen, am Tische befestigten Stabes an. Der Kopf wird, gut unterstützt, so gestellt, dass der äussere Orbitalrand gerade dem 0-Punct der Scale entspricht. Um aus der parallactischen Verschiebung entspringenden Fehlern zu entgehen, liest er den Stand des Orbitalrandes und der Hornhaut mit Hilfe eines Fernrohrs ab, welches in 12′ bis 15′ Entfernung, senkrecht auf die Scale gerichtet wird.

W. ZEHENDER[6]) hat ein ähnliches Instrument angegeben, das sich jedoch durch eine verbesserte Methode zum Visiren des Cornealscheitels auszeichnet. Er bedient sich wie COHN, EMMERT und KEYSER eines eingetheilten Stabes, dessen 0-Punct er dem äusseren Orbitalrande gegenüber aufstellt (Fig. 52). An dem mit einem Nonius N versehenen verschiebbaren Visirzeichen V befindet sich, durch einen

1) Dieser Exophthalmometer wird verfertigt vom Mechanikus SITTE in Breslau.
2) v. HASNER, Die Statopathien des Auges. Prag 1869.
3) Klin. Monatsbl. f. Augenh. VIII. pag. 33. 1870.
4) Arch. f. Augen- und Ohrenheilk. I. 2. pag. 183. 1870.
5) Verh. d. kön. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig. I. pag. 36. 1869.
6) Klin. Monatsbl. f. Augenh. VIII. pag. 42. 1870.

gebogenen Arm getragen, ein Spiegelchen *S*, welches an die Nasenseite des Auges *H* zu liegen kommt, und seine reflectirende Fläche parallel dem eingetheilten Stabe *M*, dem Auge zuwendet. Ueber dem Visirpunct erblickt man nun den Scheitel der Cornea sowohl als das Spiegelbild *B* von Cornea und Visirpunct. Ausserdem ist dem Auge gerade gegenüber ein zweites Spiegelchen angebracht, worin das Auge, falls es überhaupt sehtüchtig ist, sein eigenes Spiegelbild fixiren muss, um seine Unbeweglichkeit zu sichern.

Fig. 52.



Coccius [1]) schlägt vor, zur Vergleichung der Protrusion der beiden Augen, je einen Maassstab senkrecht auf die geschlossenen Augenlider aufzusetzen, wobei man sich, so gut es geht, mit dem Gefühle überzeugen muss, ob sich derselbe über dem Centrum der Cornea befinde. Mit Hülfe eines, mit der Frontalfläche parallelen Querbalkens kann man dann ablesen, um wie viele Millimeter ein vorstehendes Auge das andere überragt. Der gleichen Vorrichtung bedient er sich auch, um zu constatiren, wie weit ein Auge sich in die Orbita zurückdrücken lasse.

Genaue Messungen der auf eine Ebene projicirten Abstände des äussern Auges wurden von Donders mit Hilfe des Helmholtz'schen Ophthalmometers vorgenommen. Die Ophthalmometerplatten werden hiezu so eingestellt, dass die Doppelbilder der zwei zu messenden Puncte einander gerade berühren. Auf solche Weise bestimmte Donders die kleine Differenz der Protrusion, welche er bei der Accommodation entdeckt hatte. Er richtete dabei das Ophthalmometer auf das Profil des Kopfes und verglich die Lage des Cornealscheitels mit einer auf der Nase angebrachten Marke. Der Abstand zwischen beiden verkleinerte sich bei starker Accommodationsanstrengung.

Die gleich Anfangs schon von Cohn aufgeworfene Frage, ob man bei der Bestimmung der Protrusion den äussern oder den oberen Orbitalrand zur Vergleichung wählen solle, scheint uns als solche ziemlich unfruchtbar. Beide können durch Asymmetrie des Schädels in höherem oder geringerem Maasse in ihrer

1) E. A. Coccius, Ophthalmometrie und Spannungsmessung am kranken Auge. Leipzig 1872.

Stellung beeinträchtigt sein, indem beide an dem Leiden Theil nehmen können, welches der Protrusion des Bulbus zu Grunde liegt.

Fragen wir uns vor Allem aus: Was haben wir zu messen? In erster Linie kann uns interessiren die Protrusion des einen Bulbus vor dem andern: die relative Protrusion. Stellen wir uns diese Aufgabe, dann ist es unrichtig, den Stand jedes Auges besonders mit dem ihm zugehörigen äussern oder obern Orbitalrande zu vergleichen, weil die Lage dieser beiden Puncte sowohl von normaler als von pathologischer Asymmetrie beeinflusst sein kann. Lässt sich hierbei der Stand der beiden Bulbi nicht direct mit einander vergleichen, so liegt es auf der Hand, die beiden Cornealscheitel auf die Medianebene zu projiciren, und den projicirten Abstand zu messen, und zwar mit Rücksicht auf einen in der Medianebene liegenden Punct, welcher für beide Augen gleichzeitig als Vergleichungspunct dienen kann, z. B. den Nasenrücken.

In der Regel jedoch handelt es sich nicht um die relative Protrusion, sondern um die eigentliche, die exorbitale Protrusion. In diesem Falle darf man nicht einen einzelnen Punct des Orbitalrandes zum Ausgang der Messung wählen, denn man hat den relativen Stand des Auges in Bezug auf die ganze Basis der Orbita zu bestimmen. Da aber durch alle Puncte des Orbitalrandes wohl niemals eine Ebene kann gelegt werden, so muss man zu verschiedenen einzelnen Durchmessern seine Zuflucht nehmen. Wir schlagen als solche vor den verticalen und den horizontalen Durchschnitt der Apertur der Augenhöhle, und sprechen mit Rücksicht darauf von einer verticalen und einer horizontalen extraorbitalen Protrusion. Als verticale und horizontale Durchmesser wählen wir diejenigen, welche bei gerade aus gerichtetem, in die Ferne sehendem Auge durch die Mitte der Pupille gehen. Mit dieser Art der Messung, bei welcher man zwei feste Puncte annimmt, erreicht man leichter genaue Resultate. Geht man nur von einem Puncte aus, dann hat man immer erst die Frontalebene zu bestimmen, deren Lage nie mit vollkommener Sicherheit festzustellen ist.

Zumal bei wiederholten Messungen zur Constatirung einer Zu- oder Abnahme der Protrusion, verdient unsere, auf zwei festen Puncten beruhende, lineare Bestimmungsmethode den Vorzug. Man darf dabei natürlich nie vergessen, dass mit dem Auge auch die Orbita ganz oder theilweise protruberiren kann. v. Hasner unterscheidet dies als enorbitale Protrusion von der exorbitalen.

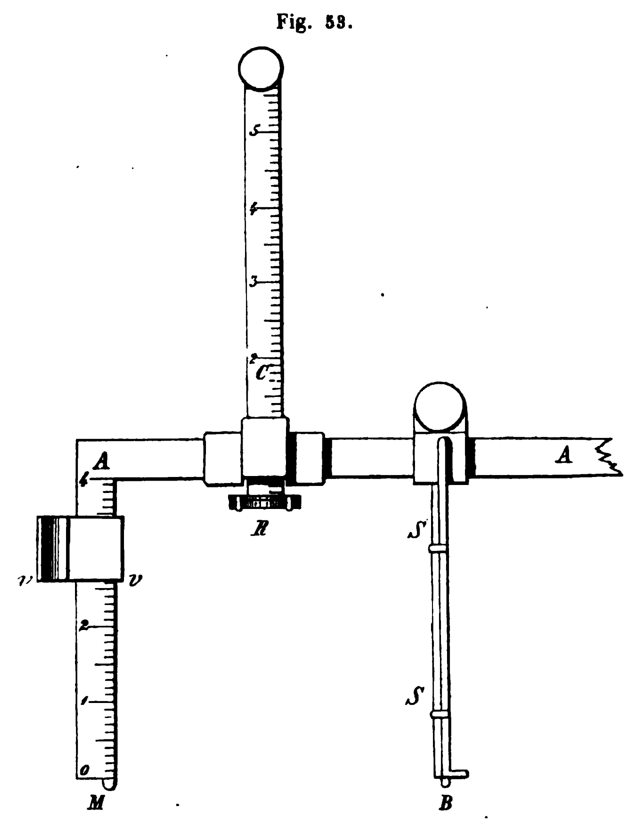
Zur Bestimmung der linearen exorbitalen Protrusion lässt sich keiner der oben erwähnten Exophthalmometer verwenden. Wir haben darum ein Instrument construirt, welches dem Exophthalmometer von Zehender am nächsten kommt, und welches dazu dient, die von uns beschriebene horizontale und verticale Protrusio extraorbitalis, sowol als enorbitalis mit für klinische Zwecke genügender Genauigkeit zu bestimmen. Ausserdem ist damit eine Einrichtung verbunden, welche auch die negative Protrusion, bei der die Projection aus einer Visirebene unmöglich ist, nach der von Coccius angegebenen Methode, zu messen gestattet.

Unser Statometer (Fig. 53) besteht aus einem Stabe *AA*, auf welchem zwei zu ihm senkrechte, gleich lange Arme *M* und *B* stehen. Ihr gegenseitiger Abstand lässt sich durch die Verschiebung des einen, *B*, beliebig verändern. Längs eines

der beiden Arme ist ein Visir, *vv*, verschiebbar, während der zweite einen Spiegel *SS* trägt, der seine reflectirende Fläche dem Visire zuwendet.

Bei der Anwendung dieses Instrumentes macht man vorerst die Entfernung beider Arme von einander gleich einem Durchmesser der Basis der Orbita. Zu

Fig. 53.



diesem Zwecke sind ihre Enden so ausgeschnitten, dass sie sich leicht dem Orbitalrande anschliessen. Hierauf stellt man das Visir so, dass die Cornea, das Spiegelbild derselben und das Visir in eine Linie zu liegen kommen. Der Arm, auf welchem das Visir läuft, trägt eine Eintheilung. Dem untersuchten Auge gerade gegenüber befindet sich an dem Querstabe ein kleines, rundes Spiegelchen *R*, worin dasselbe sein eigenes Bild sieht. Dies Spiegelchen lässt sich mittelst eines Stabes *C*, an dessen Ende es sitzt, auf dem Querstücke des Instrumentes vor- und zurückschieben, so dass man es unter Umständen auch an das geschlossene Augenlid andrücken kann.

Somit kann also das Instrument einem doppelten Zwecke dienen, indem sich damit auch nach der Methode von Coccius die Protrusion durch einen aufgesetzten Stab bestimmen lässt. Zu letzterer Methode muss man seine Zuflucht nehmen in den Fällen negativer Protrusion. Ausserdem kann man damit zu gleicher Zeit constatiren, wie weit sich der Bulbus in die Orbita zurückdrängen lässt.

Zur Bestimmung der relativen Protrusion der beiden Augen zu einander, entfernt man den innern Arm des Instrumentes, welcher den Spiegel *SS* trägt, und setzt den andern am äussern Orbitalrande fest; der Querstab wird der Frontalfläche nach Augenmaass möglichst parallel gestellt. Nun bestimmt man die Differenz der Protrusion beider Augen in einer der oben beschriebenen Weisen, indem man nämlich die Lage des Cornealscheitels mit der eines in der Medianlinie liegenden festen Punctes, z. B. mit dem Nasenrücken, vergleicht.

Offenbar ist die Messung der extraorbitalen Protrusion, bei welcher man zwei einander gegenüberliegende Puncte des Orbitalrandes, sei es im verticalen, sei es im horizontalen Sinne, zum Ausgang nimmt, leichter und genauer als die Bestimmung der Protrusion im Verhältniss zur Frontalfläche.

Wo es sich also darum handelt, die Zu- oder Abnahme der Protrusion zu bestimmen, sollte man wenigstens in den Fällen, wo der Orbitalrand an dem der Protrusion zu Grunde liegenden Leiden nicht Theil nimmt, die exorbitale und nicht die relative Protrusion messen.

Ueberhaupt ist es in den meisten Fällen gerade die exorbitale Protrusion, welche uns interessirt. So z. B. ist es bei der Prognose der Cataractoperation, und bei der Indication des *Modus operandi* wichtig, zu constatiren, wie sich die orbitale Protrusion verhält. Die relative Protrusion dagegen kann für die Erklärung asthenopischer Beschwerden Bedeutung erlangen.

§ 73. **Abweichung in der Frontalfläche.** Die Abweichung in der Frontalfläche kann sich in der Richtung der Verticalaxe z und der Transversalaxe y geltend machen.

Nach v. Hasner[1]) lassen sich, im Falle dass beide Augen genügendes Sehvermögen besitzen, Unterschiede der Stellung beider Augen zu einander in der Richtung der verticalen Axe leicht dadurch bestimmen, dass man einen nahgelegenen Punct abwechselnd mit dem einen und mit dem andern Auge auf eine dahinter gelegene horizontale Linie projiciren lässt.

Den horizontalen Abstand der beiden Augenaxen bestimmt v. Hasner ebenfalls durch ein einfaches Projectionsverfahren: Man lässt einen entfernten Punct, z. B. eine Thurmspitze fixiren, um den Gesichtslinien möglichst parallele Stellung zu geben. Dann bringt man vor die beiden Augen die Spitzen eines Zirkels und untersucht nach einander mit jedem Auge für sich, bei welcher Oeffnung des Zirkels sich die Spitze mit dem fixirten Objecte decke.

Leichter noch lässt sich sowohl der horizontale als der verticale Abstand zwischen beiden Augen messen, wenn man durch eine Glastafel nach einem fernen Gegenstande blickt, und dann die Puncte der Tafel markirt, wo diese von den Gesichtslinien der Augen geschnitten wird (v. Hasner). Es ist natürlich bei all diesen Versuchen nothwendig, den Kopf absolut ruhig zu halten, und die Medianlinie vertical zu stellen.

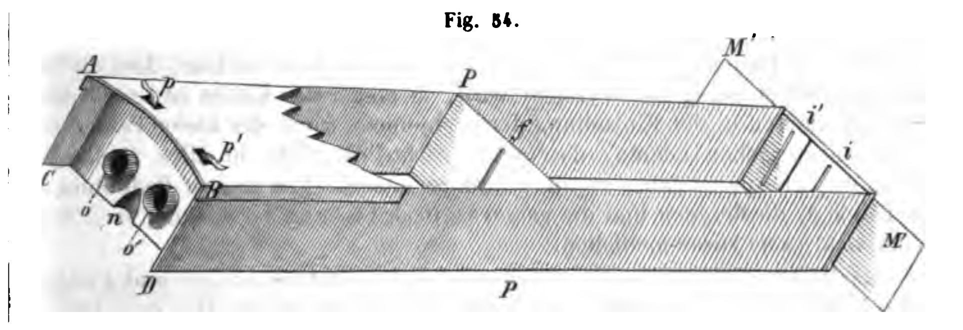
Alfred Smee[2]) gab, zu dem Zwecke der Bestimmung der Distanz beider Augen von einander, ein Instrument an, welches er Vuerometer nannte. Es besteht aus zwei engen horizontalen Cylindern, die längs eines eingetheilten Stabes ver-

1) l. c. pag. 10.
2) The eye in health and disease. pag. 16. London 1854.

schiebbar sind. Der Kopf des zu Untersuchenden wird so gestellt, dass das eine Auge durch das eine Rohr ein entferntes Object sieht, und hierauf das andere Rohr so weit verschoben, bis dasselbe Object auch dem andern Auge im Centrum desselben erscheint. Die Augen werden dabei schnell hinter einander geschlossen, um sich zu überzeugen, ob sie wirklich richtig eingestellt sind. Die Entfernung der Cylinderaxen von einander entspricht dann dem gegenseitigen Abstand der Gesichtslinien beider Augen.

Zehender wählt als Fixirobject das Auge selbst: In einem nur an einer Seite offenen, viereckigen Kästchen befindet sich ein Spiegel, der etwa die Breite des Gesichtes hat. Hält man das Instrument so vor die beiden Augen, dass der Spiegel der Frontalfläche parallel steht, dann sieht sich jedes Auge darin gespiegelt. Kleine, senkrechte Stiften, welche sich mit Hilfe einer Schraube verschieben lassen, werden nun so eingestellt, dass sie sich gerade vor der Mitte der gespiegelten Pupille befinden. Ihr Abstand lässt sich an einer Scale ablesen.

Fig. 54.



Das Chiastometer von Landolt (Fig. 54) bezweckt, auch bei Convergenz, die Distanz der zwei Augen bestimmen zu können. Es besteht aus einem länglich viereckigen, inwendig mit schwarzem, nicht reflectirendem Stoffe ausgekleideten, und durch einen (in der Figur abgebrochenen) Deckel verschliessbaren Kasten. An seinem einen Ende befinden sich zur Aufnahme der Augen zwei kurze Röhren *oo'*, deren Ränder sich an die Innenseite der Orbita anlegen. Ein Einschnitt *n* entspricht der Nase, während der überstehende Rand *AB* des Kastens die Stirne stützt. Auf der Innenseite lässt sich jedes der beiden Löcher durch eine federnde Klappe *p* und *p'*, deren Drücker über den Deckel des Instrumentes hinausragt, schnell schliessen und öffnen. Das andere Ende des Kastens ist durch zwei über einander verschiebbare Metallplatten *M'* und *M* verschlossen, deren jede eine etwa $^1/_4$ Mm. breite, verticale Spalte *i* und *i'* mit rein geschnittenen Rändern enthält. In der Mitte des Kastens, d. h. in der Mitte zwischen den Schiebern *MM'* und den Rändern *AC* und *BD* befindet sich eine Metallscheidewand *PP* mit einer ähnlichen senkrechten Spalte *f*. Die Ansätze *o* und *o'* stehen so weit (ca. 14 Mm.) hinter der Ebene *ABCD*, dass, wenn sich die Augen mit ihren Bedeckungen an ihre Ränder anlegen, ihre Drehpuncte gerade in die Ebene *ABCD* zu liegen kommen.

Sind die Augen auf solche Weise festgestellt, der Kasten geschlossen, sein Ende *MM'* einem hellen Fenster zugekehrt, dann öffnet man die Klappe *p* des linken Auges, und schiebt die Platte *M* so lange hin und her, bis das Auge die

Spalte *f* erleuchtet sieht. Dann dringt also das durch *i* einfallende Licht durch *f* ins Auge, resp. es geht die Richtungslinie des linken Auges von *o* durch *f* nach *i*. Nun lässt man den Schieber *M* in dieser Stellung, schliesst die Klappe *p*, und öffnet *p'* für das rechte Auge, welches man durch Verschiebung der Platte *M'* gerade so nach *i'* richtet, wie das linke nach *i*. Zur Controle kann man rasch hinter einander die eine dann die andere Klappe öffnen, um zu sehen, ob die Einstellung richtig bleibt, der Kopf also zwischen der einen und der andern keine Bewegung gemacht hat.

Da die Entfernung der Drehpuncte der Augen von *PP* gleich ist der Entfernung von *PP* nach *MM'*, so ist auch die Entfernung *oo'* der beiden Drehpuncte von einander gleich der Entfernung *ii'* der beiden Spalten von einander. Diese kann man an einer auf der Platte *M* angebrachten Eintheilung ablesen, welche von der Spalte *i* also 0-Punct ausgeht, und auf welcher ein mit *M'* verbundener Nonius läuft. So bestimmt man also den Ort der beiden Augen successive und ihre gegenseitige Distanz ohne dass dieselben brauchen parallel gestellt zu werden.

Was die Dimensionen des Apparates anbelangt, so ist es klar, dass die Genauigkeit der Messung um so grösser wird, je länger der Kasten ist, weil dann Ungenauigkeiten in der Einstellung der Drehpuncte, sowie der kleine Fehler, der daraus hervorgehen könnte, dass die Gesichtslinie nicht in allen Stellungen durch den Drehpunct geht, weniger Einfluss haben. Von grosser Bedeutung ist die Feinheit, die Reinheit und die genau verticale Stellung der Spalten, weil diese sonst nicht exact zusammenfallen.

Es liessen sich anstatt der Spalten und des Kastens in *i*, *i'* und *f* einfach feine Nadeln anbringen, welche man in ähnlicher Weise zur Deckung bringen würde. Das Angeben von Hell und Dunkel wird aber für die Untersuchten im Allgemeinen leichter sein, als das genaue Visiren der Nadeln. Die Praxis mag darüber entscheiden, welche Methode vorzuziehen sei; das Princip der Messung bleibt in beiden Fällen dasselbe: die Kreuzung der Sehlinien; daher der Name Chiastometer.

In allen Fällen, wo es sich darum handelt, die relative Lage zweier Puncte zu bestimmen, wo aber keine genügende Sehschärfe für die Selbstwahrnehmung besteht, oder wo den Angaben des Untersuchten nicht völlig zu trauen ist, verdienen die Methoden, welche auf objectiver Messung beruhen, den Vorzug.

Letztere bestehen der Hauptsache nach immer darin, dass man längs zweier paralleler Visire nach den zwei Puncten sieht und den Abstand dieser Visire bestimmt. Von allen diesen Methoden ist die mit dem Ophthalmometer die genaueste, weil dieses ermöglicht, mit einem Auge gleichzeitig die beiden Puncte zu visiren.

Allein die Anwendung des Ophthalmometers von Helmholtz zu ophthalmostatometrischen Untersuchungen wird durch die geringe Dicke der Glasplatten beschränkt, welche nur Messungen von wenigen Mm. gestattet.

Für grössere Dimensionen leistet das nach einem ähnlichen Principe construirte Metroscop von Snellen (Fig. 55 *a* und Fig. 55 *b*) denselben Dienst.

Das Metroscop besteht aus einem Fernrohre *P*, vor dessen Objectiv zwei vertical über einander stehende Spiegel *c c'* so gestellt sind, dass jede der

Spiegelflächen in entgegengesetzter Richtung einen Winkel von 45° mit der Axe des Fernrohres bildet. In einem zum Fernrohre senkrechten Gehäuse befinden sich zwei andere Spiegel l, l', deren reflectirende Flächen nach vorn gekehrt, und den zwei Centralen parallel gerichtet sind.

Fig. 55a.

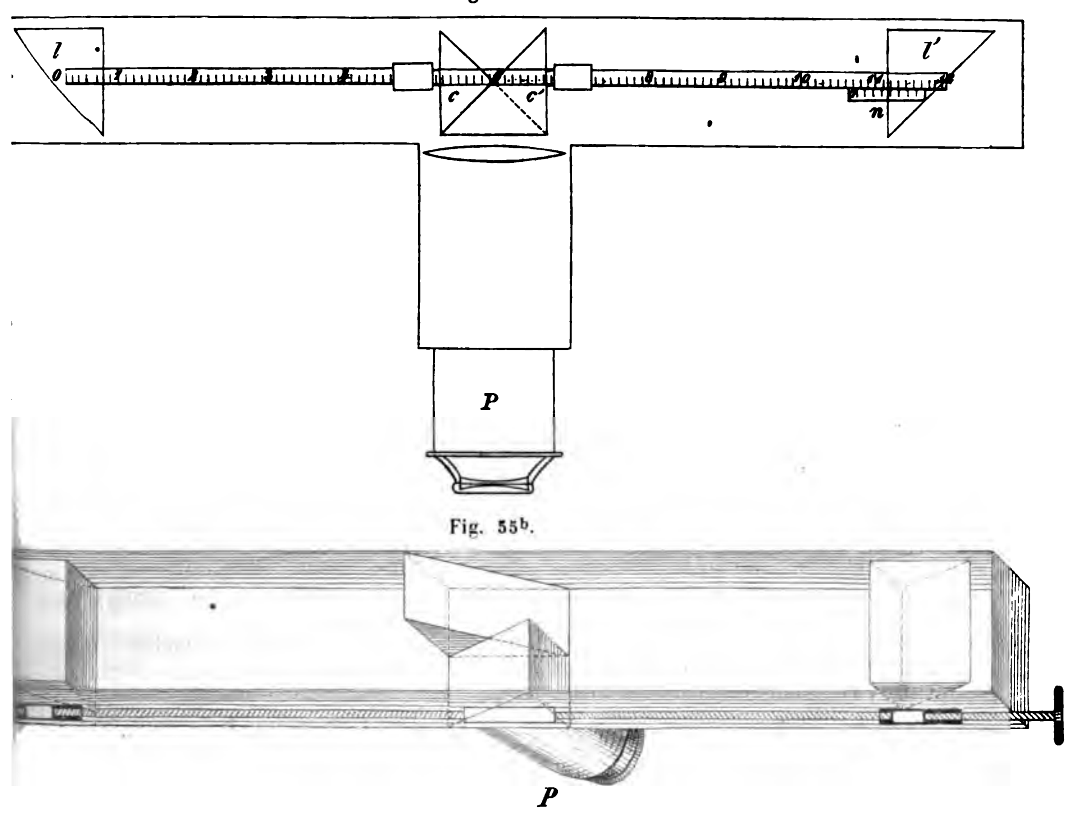


Fig. 55b.

Die seitlichen Spiegel l, l' sind verschiebbar, so dass sie einander näher oder ferner können gebracht werden; während sich ihr Abstand an einem Nonius n ablesen lässt. Ist das Instrument richtig eingestellt, so dass die zwei Puncte sich genau decken, dann entspricht der Abstand der äussern Spiegel von einander dem zu messenden Abstande der beiden Objecte.

Vor jedem der äussern Spiegel kann man ausserdem ein dioptrisches System anbringen, um für den Fall, dass die beiden Puncte in verschiedenen Entfernungen von dem durchsehenden Auge liegen, das Instrument dennoch auf beide Objecte gleichzeitig scharf einstellen zu können.

Literatur.

Alfred Smee, The eye in health and disease. London 1854.

Josef Ritter von Hasner, Fehlerhafte Lage der Augen. Klinische Vorträge über Augenheilkunde. pag. 9. 1860.

Hermann Cohn, 43. Jahresbericht der schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur. pag. 156. 1865.

——, Messungen der Prominenz der Augen, mittelst eines neuen Instrumentes, des Exophthalmometers. Klin. Monat. f. Augenh. V. pag. 339. 1867.

——, Présentation d'un instrument destiné à determiner avec précision le dégré de saillie du globe oculaire dans l'exophthalmus. Compte rendu du Congrès d'Ophth. pag. 21. 1868.

Louis Wecker, Maladies de l'orbite. Traité des maladies des yeux. 2. Edition. pag. 752. 1868.

Josef Ritter von Hasner, Die Statopathien des Auges. Prag 1869.

A. W. Volkmann, Von der Lage der Coordinatenaxen x, y, z in der Augenhöhle. Bericht über die Verh. d. kön. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig. I. pag. 36. 1869.

Emil Emmert, Beschreibung eines neuen Exophthalmometers. Klin. Mon. f. Augenh. VIII. pag. 33. 1870.

P. Keyser, Ueber das Messen der Prominenz des Auges. Arch. f. Augen- und Ohrenheilk. I. 2. pag. 183—186. 1870.

W. Zehender, Noch ein Exophthalmometer. Klin. Mon. f. Augenh. VIII. pag. 42. 1870.

P. Keyser, On the measurement of the prominence of the Eye. Arch. of Ophth. and Otologie. I. pag. 431. 1870.

Emile Emmert, Deux cas de sarcôme de l'orbite et description d'un nouvel instrument pour mesurer la proéminence des yeux. Diss. inaug. 1871.

Ernst Adolph Coccius, Ophthalmometrie und Spannungsmessung am kranken Auge. Leipzig 1872.

A. Krukhoff, Appareil pour définir la distance entre les centres des pupilles. Compte rendu de la soc. des méd. russes à Moscou. Nr. 17. 1872.

J. Gayat, Essais de mensuration de l'orbite. Ann. d'Ocul. LXX. pag. 5. 1873.

Edm. Landolt, Le chiastomètre. Ann. d'ocul. Janv.-Févr. 1874. p. 3. Klin. Monatsbl. XI. 1873. p. 450.

XI. Ophthalmometrie.

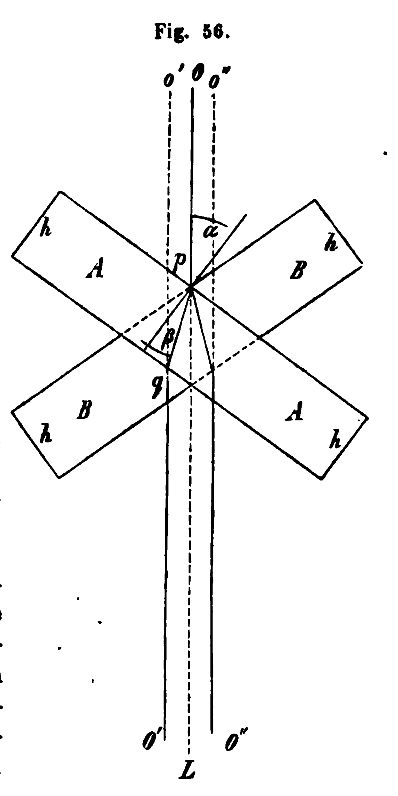
§ 74. **Das Ophthalmometer von Helmholtz.** Wir verdanken das Ophthalmometer, sowie die Hauptmethoden seiner Anwendung, und die wichtigsten damit ausgeführten Arbeiten dem Prof. Helmholtz. Es wird deshalb auch zu allen Zeiten jeder, der sich mit der Ophthalmometrie genauer bekannt machen will, vor Allem die classischen Arbeiten von Helmholtz studiren müssen, welche grösstentheils im ersten Bande des Gräfe'schen Archivs enthalten sind.

Da es nicht im Sinne unserer Aufgabe liegt, ein vollständiges Handbuch der Ophthalmometrie zu schreiben, sondern da wir einfach den Gang der Untersuchung, so wie die Schlussformeln geben, so verweisen wir auch alle Diejenigen, welche die Berechnungen genauer wollen kennen lernen, auf die Arbeiten von Helmholtz und derer, welche sein Werk weiter geführt: Donders, Knapp, Woinow, Coccius, Mauthner.

Das Ophthalmometer von Helmholtz ist ein Instrument zur Messung linearer Grössen. Es zeichnet sich dadurch aus, dass weder die Entfernung noch die Bewegung des Objectes die Messung beeinflussen.

Seinen Hauptbestandtheil bilden zwei genau gleiche, über einander stehende planparallele Glasplatten *AA* und *BB* Fig. 56. Stehen diese senkrecht zur Verbindungslinie *O L*, zwischen Object und *Macula lutea* des durchschauenden Auges, so haben sie keinen Einfluss auf den Gang der Strahlen; dreht man sie aber um eine auf diese Linie senkrechte Axe, in entgegengesetztem Sinne, dann wird jeder Strahl bei seinem Eintritte in die Platte *A* erst dem Perpendikel zu —, *(pq)* bei seinem Austritte wieder gleich viel davon abgelenkt *qO'*; ebenso durch die Platte *B*, nur nach der anderen Seite hin. So gelangen von jedem Objectpuncte *O* zwei Strahlen *O'O''* in das Auge, welches also das Object durch die eine Platte in der einen, durch die andere in der anderen Richtung verschoben, also verdoppelt sieht *(o'o'')*. Die Distanz der Doppelbilder ist offenbar abhängig von dem Brechungsexponenten, von der Dicke der Platten, und dem Einfallswinkel, resp. von dem Winkel, um welchen man sie gedreht hat. Kennt man die beiden ersteren, so braucht man, um den Durchmesser eines Gegenstandes zu finden, nur die Platten so viel zu drehen, bis die entgegengesetzten Ränder der beiden Doppelbilder sich berühren, und den dazu nöthigen Winkel an dem Nonius des Instrumentes abzulesen. Eine Schraubenvorrichtung macht es möglich, die beiden Platten gleichzeitig um gleich viele Grade zu drehen. Dreht man dieselben um 360 Grad, d. h. durchläuft jede von ihnen in entgegengesetztem Sinne einen Kreis, dann kommen sie offenbar 4 mal, d. h. in jedem Quadranten einmal, in diejenige gegenseitige Stellung, wobei das Object verdoppelt erscheint. Man kann also auf diese Weise die Messungen gegenseitig controliren. Kennt man den geforderten Drehungswinkel, dann ist die Grösse des Objectes:

Fig. 56.



$$E = 2h \cdot \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta} \qquad 1)$$

worin h = Dicke der Platten; messbar.

α = Einfallswinkel des vom Objecte ausgehenden Richtungsstrahls auf die Platte, also gleich dem Winkel, um welchen man jede einzelne Platte gedreht hat, denn früher standen sie senkrecht zum Strahle; am Nonius abzulesen.

β = zugehöriger Brechungswinkel; aus dem Brechungsexponenten des Glases n, und dem Einfallswinkel zu berechnen:

1) Helmholtz, Phys. Optik. pag. 10.

$$sin.\ \beta = \frac{sin.\ \alpha}{n}$$

Da in der Formel für E nur Grössen vorkommen, die im Instrument selbst enthalten sind, so kommt der Abstand zwischen diesem und dem Objecte gar nicht in Betracht.

Um auch kleine und ferne Objecte genau beobachten zu können, ist dicht hinter den Platten ein Gallilläisches Fernrohr P (Fig. 57) angebracht, und zwar so, dass der Durchmesser seiner Oeffnung bei allen Stellungen der Platten mit ihrer Theilungsebene zusammenfällt.

Ein Hauptvortheil dieser Methode ist der, dass kleine Verschiebungen des Objects dabei nicht in Betracht kommen. Denn, während es unmöglich ist, mit irgend einem gewöhnlichen Messinstrumente, sich bewegende Gegenstände zu messen, weil man nie zu gleicher Zeit die Stellung der beiden Enden des Objectes zu den Theilstrichen des Maassstabes beobachten kann, so bleibt hier das Maass, d. h. die Drehung der Platten, welche nöthig ist, um die Doppelbilder des Objectes sich berühren zu lassen, in allen seinen Lagen dasselbe. Deshalb eignet sich das Ophthalmometer auch ganz besonders zur Messung der Reflexbilder des selten vollkommen ruhigen Auges.

Bevor man jedoch ein Ophthalmometer benützen kann, muss man seine Wirkungsweise kennen, d. h. man muss immer wissen, welche lineare Grösse einer bestimmten Drehung der Platten für das specielle Instrument entspricht.

Prüfung des Ophthalmometers. Diese kann auf verschiedene Art vorgenommen werden: Entweder man misst die in Formel 1) enthaltenen constanten Grössen h, die Dicke der Platten, und das Verhältniss von $sin\ \alpha$ zu $sin\ \beta$, d. h. den Brechungsexponenten (n) des Glases, aus dem sie bestehen. Ersteres kann mit Hilfe eines Micrometers, oder mit einem schon bekannten andern Ophthalmometer geschehen; Letzteres macht man bekanntlich mit Hilfe eines aus gleichem Stoffe verfertigten Prismas.

Es ist aber nicht einmal nöthig, beide Grössen direct zu messen, wenn man nämlich für E eine bestimmte Länge annimmt. Verdoppelt man durch Drehung der Ophthalmometerplatten z. B. eine Maasstabeintheilung, so kann man den dazu nöthigen Drehungswinkel am Instrumente ablesen, und, wenn man nur h gemessen hat, den zum Einfallswinkel gehörigen Brechungswinkel β, also auch n berechnen; oder aber, wenn man weder h noch n kennt, so kann man sich zur Berechnung dieser zwei Unbekannten dadurch zwei Gleichungen verschaffen, dass man zwei verschiedene Messungen der eben beschriebenen Art macht, d. h. man sucht den Drehungswinkel für zwei verschiedene bekannte Grössen E' und E''. Dann hat man

$$1)\quad E' = 2h\,\frac{sin\ (\alpha' - \beta')}{cos\ \beta'}$$

$$2)\quad E'' = 2h\,\frac{sin\ (\alpha'' - \beta'')}{cos\ \beta''}$$

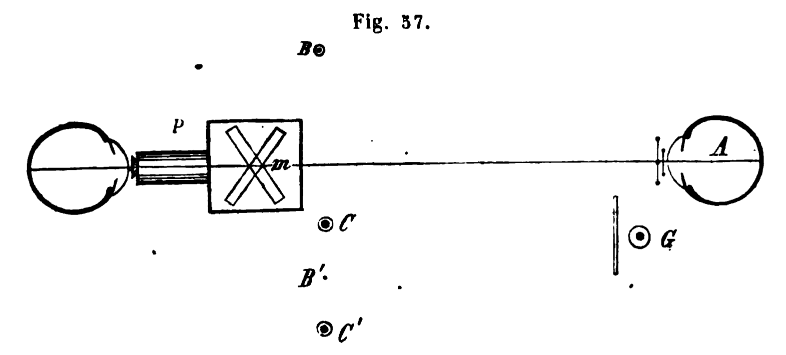
Durch Division der zweiten in die erste Gleichung wird $2h$ eliminirt, und man behält als Unbekannte nur noch β' und β'', deren Sinus gleich sind $\frac{sin\ \alpha'}{n}$ und $sin\ \frac{\alpha''}{n}$, während man ihre *Cosinus* durch ihre *Sinus*, also ebenfalls durch α' und α'' ausdrücken kann.

Auf diese Weise findet man n und damit auch h durch Einführung der gefundenen Werthe in eine der beiden Gleichungen[1]).

Endlich kann man das Ophthalmometer auch ganz empirisch bestimmen, ohne weder die Dicke der Platten, noch den Brechungsexponenten zu messen. Zu diesem Zwecke benutzt man eine äusserst genaue Scale, welche wenigstens noch in Zehntelmillimeter eingetheilt ist, betrachtet sie mit Hilfe des Fernrohrs des Ophthalmometers und dreht dann die Platten so lange, bis der zweite Theilstrich des einen Doppelbildes, dann der dritte, dann der vierte etc. auf den ersten des andern Doppelbildes fällt, d. h. man stellt die Platten erst für ein Object von 0,1 dann von 0,2, von 0,3 etc. Mm. ein. Zu gleicher Zeit liest man am Nonius ab, welcher Drehungswinkel diesen linearen Grössen entspricht. Legt man sich von diesen Werthen eine Tabelle an, so kann man bei allen spätern Messungen unbekannter Objecte deren Grösse einfach nach dem gefundenen Drehungswinkel ablesen, ohne erst die ganze Berechnung (Formel 1) ausführen zu müssen. Allerdings gelten dann die Maasse nur für den, oder die Quadranten, welche man auf solche Weise bestimmt hat, und man muss deshalb alle Messungen in demselben Quadranten vornehmen, oder alle vier Quadranten empirisch bestimmen. So hat z. B. Prof. Donders für das Utrechter Ophthalmometer eine Tabelle angelegt, welche die Untersuchungen mit diesem Instrumente ausserordentlich vereinfacht.

Sind die Messungen so genau als möglich und in sehr grosser Anzahl ausgeführt, so ist letztere Methode sehr bequem und verdient um so mehr Berücksichtigung, als, trotz der genauesten Kenntniss von Dicke und Brechungsindex der Platten, die Messungen doch unrichtig werden können, wenn die Construction des Instrumentes nicht mathematisch genau ist.

Fig. 57.



Das Ophthalmometer wird bekanntlich vorzüglich zur Messung der Reflexbilder der Hornhaut der vorderen und hinteren Linsenfläche benutzt, behufs Berechnung ihrer Krümmungsradien.

Das zu untersuchende Auge wird zu diesem Zwecke mit Hilfe eines einfachen Kopfhalters in der Axe des Instrumentes, in A (Fig. 57) aufgestellt und durch ein Fixirobject so gerichtet, dass das Reflexbild eines bekannten Objectes gerade von dem Theile in das Ophthalmometer geworfen wird, dessen Krümmung man bestimmen will.

[1] Woinow, Ophthalmometrie. pag. 26.

Als Object benutzt man am besten drei in nebenstehender Weise gruppirte Lichter $BC'C$ (Fig. 58), die vertical zur Axe des Ophthalmometers aufgestellt werden. M = Mittelpunct zwischen Licht B und der Mitte B' zwischen den beiden

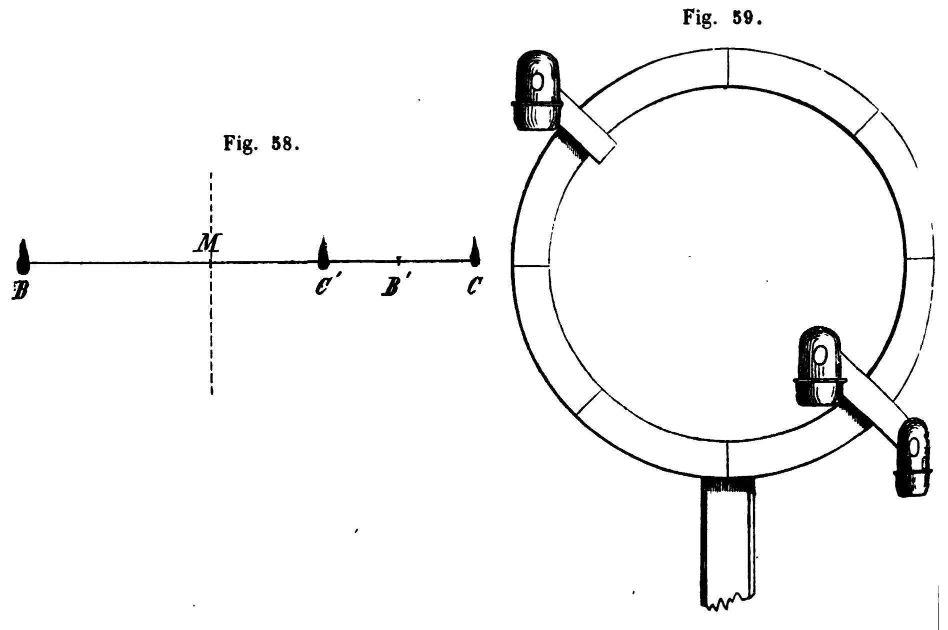


Fig. 58.

Fig. 59.

andern Lichtern C und C'. Diese Lichter werden von dem zu messenden Theile reflectirt, und ihr Bild durch das Ophthalmometer betrachtet. Man dreht dann die Platten so weit, bis das eine Doppelbild von B genau in die Mitte zwischen C

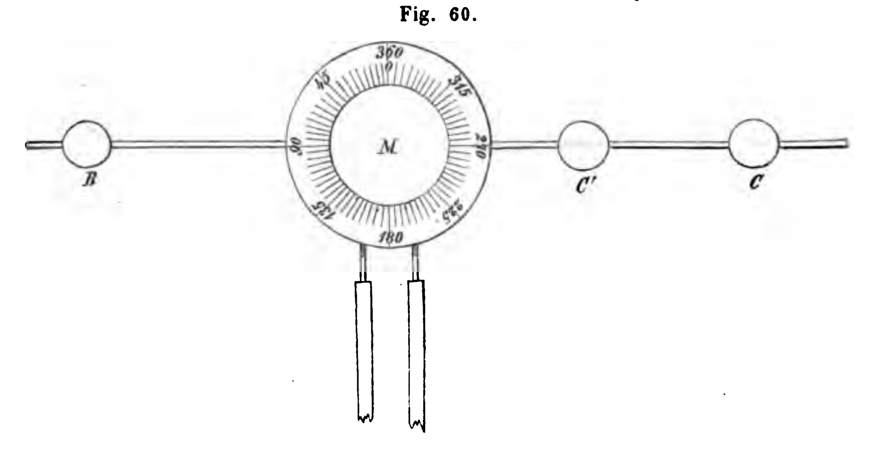


Fig. 60.

und C' zu stehen kommt; BB' ist also die Grösse des Objectes, dessen Bild man misst.[1]

1) Man kann nämlich erfahrungsgemäss genauer beurtheilen, wann ein Punct in der Mitte zwischen zwei nahgelegenen Puncten steht, als wann zwei Puncte sich decken.

Man kann in C, C' und B wirkliche Lichter aufstellen, wie im Middelburg'schen Ringe (Fig. 59), oder aber drei, an einer Stange verschieb- und drehbare Spiegel, welche das Licht einer in der Höhe des untersuchten Auges brennenden Flamme auf dasselbe reflectiren [1]).

Die Spiegel ordnet man so an, wie Fig. 60 zeigt. Die Distanzen MB und MB', der Mitte zwischen C und C', müssen genau gleich gross und bekannt sein. Damit man die Spiegel nicht jedesmal neu einzustellen brauche, kann man die Stellung des Lichts zu ihnen durch eine einfache Einrichtung, die von Helmholtz angegeben wurde, in allen Stellungen constant erhalten. Man hat dazu die drei Planspiegelchen, sammt der Stange so aufzustellen, dass jedes für sich immer eine Tangentialebene einnimmt zu einer gedachten Kugelebene, deren Centrum gerade in der Mitte zwischen Licht und untersuchtem Auge liegt. Zur richtigen Einstellung ist jedes der drei Spiegelchen mittelst dreier Schrauben um zwei Axen drehbar. Die Stange dreht sich um einen Hohlcylinder, durch welchen man mit dem Ophthalmometer hindurchsieht.

§ 75. **Krümmungsradius der Hornhaut.** Will man den Krümmungsradius der Hornhaut messen, so entwirft man erst die Spiegelbilder der drei Lichter auf der Hornhaut des zu untersuchenden Auges. Darauf stellt man das Fernrohr des Ophthalmometers so ein, dass man die Reflexe scharf sieht, und dreht nun in oben angegebener Weise die Platten bis zur Verdoppelung des Lichterabstandes. Um möglichst genaue Resultate zu erhalten, muss man mehrmals hinter einander die Platten im gleichen Quadranten einstellen, und die gefundenen Grössen notiren, oder die Platten durch fortgesetztes Drehen in alle vier Quadranten bringen, bis sie eine volle Umdrehung gemacht haben, und aus allen vier Stellungen das Mittel ziehen.

Ist die Grösse des Objectes, also die Entfernung BB' (Fig. 58) $= b$,

Die Entfernung desselben von der Cornea $= a$,

Die Grösse des Spiegelbildchens $= \beta$, so ist der Radius r der Krümmung, auf welcher man die Reflexe gemessen hat: $r = \frac{2a\beta}{b}$ [2]).

Benutzt man, wie gewöhnlich, zu den Bestimmungen von Krümmungen immer dieselbe Objectgrösse, d. h. den gleichen Lichterabstand, so kann man ein für alle Mal die Berechnungen des Radius für alle möglichen Bildgrössen ausführen, und davon eine Tabelle anlegen, ähnlich derjenigen für die zu den verschiedenen Drehungsgraden gehörigen linearen Grössen, und die beiden combiniren. Man braucht dann jeweilen nur am Ophthalmometer abzulesen, wie viel man die Platten gedreht hat, um in der Tabelle gleich den zugehörigen Krümmungsradius zu finden.

Auch diese Tabelle hat Donders für sein Ophthalmometer angelegt.

Misst man den Krümmungsradius in verschiedenen Theilen eines Meridians, so findet man ihn an der Stelle, durch welche die Gesichtslinie geht, kleiner, als

1) Helmholtz, Mandelstamm, Woinow.

2) Diese Formel ist nur unter der Bedingung richtig, dass die Entfernung zwischen Object und Cornea sehr gross ist. Genau würde sie lauten:

$$r = \frac{2a\beta}{b-\beta}.$$

in gleichen Abständen seitlich davon, doch auch in letzteren beiden unter sich nicht gleich gross. (Vergl. Fig. 63.) Es folgt daraus, dass die Hornhaut nicht kreisförmig gebogen ist, und dass die Gesichtslinie nicht durch den Scheitel der Hornhaut geht, sondern mit ihr einen Winkel (α) bildet.

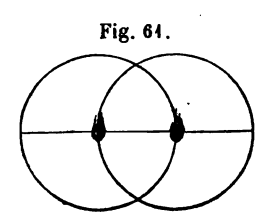
§ 76. **Bestimmung des Winkels α.** Der Winkel α, der Winkel zwischen der Gesichtslinie (vom Fixirpunct durch den Knotenpunct gehend) und der Hornhaut-Axe, spielt in der Ophthalmologie eine grosse Rolle.

Er ergiebt für alle Ophthalmometermessungen den Ort des Hornhautscheitels und die optische Axe, und ist für die genaue Bestimmung der Stellung der Augen unentbehrlich. Dies ist auch der Hauptgrund, warum über die Methoden seiner Bestimmung so viel geschrieben worden ist, und warum auch wir einlässlicher auf ihn eingehen.

Die Bestimmung dieses Winkels wird nach der Donders'schen Methode[1] folgendermaassen ausgeführt.

Steht der Kopf des zu Untersuchenden in der p. 207 angeführten Position und liegt das Auge in der Axe des Ophthalmometers, so lässt man eine über derselben angebrachte Flamme auf der Hornhaut spiegeln, während das Auge ein kleines Object fixirt, das auf einem, von seinem Drehpuncte aus beschriebenen Bogen bewegt werden kann. Durch Verschiebung des Visirzeichens sucht man die Stellung des Auges auf, in welcher die Reflexbilder gerade auf entgegengesetzte Ränder der Hornhaut fallen, wenn letztere durch Drehung der Ophthalmometerplatten um ihre halbe Breite verschoben erscheinen. (Fig. 61). Dies ist nur dann möglich, wenn der Lichtreflex auf der Mitte der Cornea entsteht, welche ziemlich genau ihrem Scheitel entspricht, durch den die Hornhautaxe geht. Die Lage des Fixir-Ojectes giebt dann den Grad der Abweichung zwischen der **Blicklinie** (Verbindungslinie von Fixirpunct und Drehpunct) und der Hornhautaxe an. ($\angle \gamma$)[2]. (Fig. 62.) Da man kennt: VC als Radius des Gradbogens, in dessen Centrum der Drehpunct C liegt, ferner die Entfernung zwischen Knotenpunct und Drehpunct: $KC = 6.5$ Mm. bei Emmetropie (Donders), so kann man aus $\angle \gamma$ auch $\angle \alpha$, den Winkel zwischen **Gesichtslinie** KV und Hornhautaxe KO berechnen: Ist VC = Radius = r und $KC = d$, so ist

Fig. 61.



$$tg\ \alpha = \frac{r \cdot \sin \gamma \cdot tg\ \gamma}{r \cdot \sin \gamma - d \cdot tg\ \gamma}$$

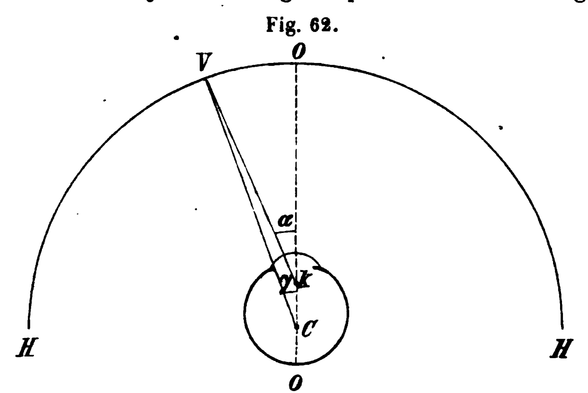
Führen wir diese Rechnung für einen bestimmten Fall aus, und setzen für den Radius r unseres Bogens 10″; für die Entfernung d, zwischen Knotenpunct und Drehpunct, 6.5 Mm., für den gefundenen Winkel VCO oder $\gamma = 5^{\circ}$, so ergiebt sich für den Winkel $\alpha = 5^{\circ}\ 7'\ 20''$. Die Differenz ist also ungemein gering; sie wird aber noch kleiner für kleinere Werthe des Winkels α, wie sie gewöhn-

1) Middelburg, De zitplaats van het astigmatisme. 1863. p. 20.
Donders, Refractionsanomalien. p. 152 u. f.

2) Mauthner, Vorlesungen über die optischen Fehler des Auges. p. 66. u. f.

lich vorkommen, und, was sich schon aus unserer Figur ergiebt, je grösser die Entfernung *CV* vom Fixirobject zum Auge resp. der Radius des Bogens *HOH* wird.

Fig. 62.



HOH Bogen, in dessen Centrum sich das Auge befindet, und auf welchem das Fixirobject *V* läuft. *k* Knotenpunct, *C* Drehpunct des Auges, *OO* Ophthalmometeraxe, mit welcher die Hornhautaxe zusammenfällt, *KV* Gesichtslinie, also $\angle VKO = \angle \alpha$, *CV* Blicklinie, also $\angle VCO = \angle \gamma$.

Man kann also für practische Zwecke ganz wohl die Winkel γ und α einander gleich setzen und den mit obiger Methode gefundenen Winkel ohne weitere Reduction für Winkel α annehmen.

Woinow[1]) macht darauf aufmerksam, dass die Hornhautaxe nicht genau durch die Mitte der Hornhautbasis gehe, und ferner, dass der Knotenpunct, abgesehen von seiner möglicher Weise verschiedenen Lage bei verschiedener Refraction, auch schon bei der Accommodation seinen Ort verändere. In Folge dessen bleibt also auch die Entfernung *KC* zwischen Knotenpunct und Drehpunct, nicht constant. Er berechnet deshalb den Winkel α auf andere Weise:

Fig. 63.

Erst bestimmt er den Radius r der Hornhaut (Fig. 63) in der Gesichtslinie, welche letztere er mit der Ophthalmometeraxe zusammen fallen lässt. Dann bestimmt er in gleich grosser Entfernung davon die Radien r' und r'', doch in der Weise, dass er das Ophthalmometer um das Auge dreht, während letzteres ruhig in seiner Lage bleibt. Den Winkel, welchen r' und r'' mit r einschliessen, nennt er φ, und wählt ihn $= 20^\circ$. Dann erhält er die Formel:

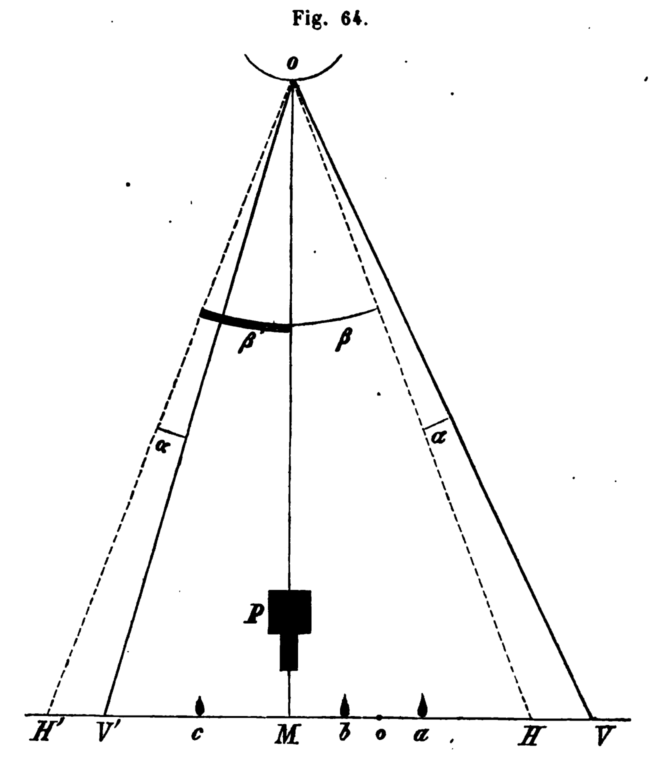
$$tang\ 2\,\alpha = tang\ \varphi\ .\ \frac{(r\,r'')^{\frac{2}{3}} - (r r')^{\frac{2}{3}}}{(r\,r')^{\frac{2}{3}} + (r\,r'')^{\frac{2}{3}} - 2(r'\,r'')^{\frac{2}{3}}}$$

(Deduction der Formel vergl. Woinow Ophthalmometrie pag. 40 bis 45.)

Dr. Mandelstamm machte nach Helmholtz's Vorschlag die Bestimmung des Winkels α auf folgende Weise[2]): Es sei in Fig. 64 *P* das Ophthalmometer. In *c* das eine, in *a* und *b* die beiden anderen Lichter, deren Mitte *o* gleich weit von *M* entfernt ist, wie *c*.

1) Ophthalmometrie. p. 40.
2) Mandelstamm, Arch. f. Ophth. XI. 2. p. 257.

Fig. 64.



Nun lässt er das Auge O ein Object V fixiren, so dass OV die Gesichtslinie, OH die Hornhautaxe darstellt, VOH ist also Winkel α. Dann bringt er, durch Drehung der Platten, im Reflexbilde der Cornea, das Bild von c in den Punct o. In dieser Stellung werden die Platten belassen, während das Fixirobject so weit nach der anderen Seite, nach V' geführt wird, bis die Anordnung der Doppelbilder auf der Cornea gerade wie der dieselbe wird. Jetzt ist also OV' die Gesichtslinie, OH' die Hornhautaxe, $V'OH' = \angle \alpha$. Aus der Stellung der Reflexbilder folgt, dass die Theile der Hornhaut, welche bei nach V und bei nach V' gerichteter Gesichtslinie in der Ophthalmometeraxe stehen, gleiche Krümmung haben; also müssen sie auch gleich weit von der Hornhautaxe entfernt sein, und muss der Winkel β resp. β', welchen letztere mit der Ophthalmometeraxe einschliesst, in beiden Stellungen OH und OH' derselbe sein. Also:

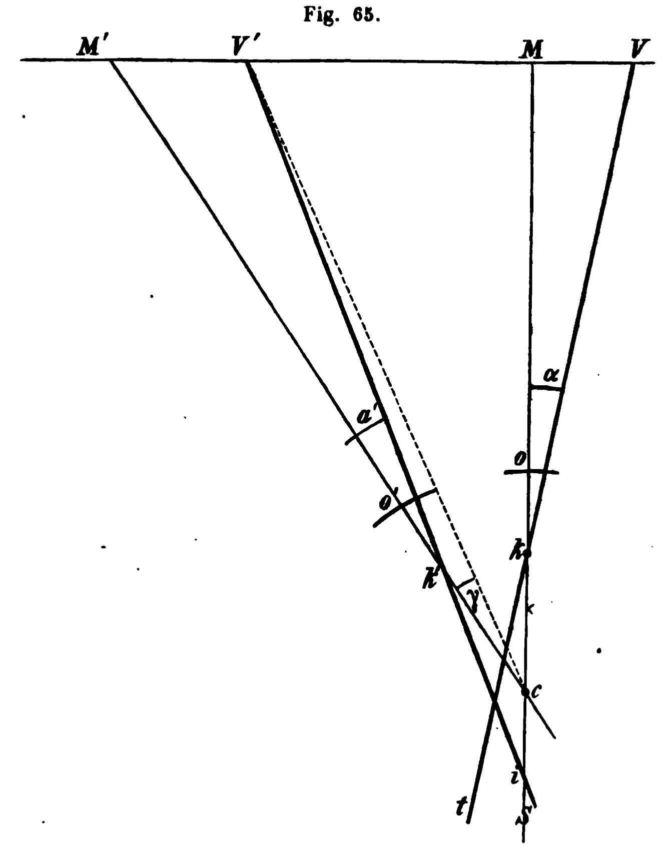
$$\beta' = \beta$$
$$\alpha + \beta' = \alpha + \beta$$
$$\text{ferner } \beta' = V'OM + \alpha \text{ (vgl. Fig. 64)}$$
$$\text{beiderseits } + \alpha \text{ addirt giebt } \beta' + \alpha = V'OM + 2\alpha$$
$$\beta + \alpha = VOM \text{ (vgl. Fig. 64)}$$
$$\text{also } 2\alpha + V'OM = VOM$$
$$\alpha = \frac{VOM - V'OM}{2}$$

d. h. der Winkel α ist gleich dem halben Winkel zwischen Gesichtslinie und Ophthalmometeraxe in der ersten und zweiten Stellung.

Diese Winkel aber berechnen sich aus den Formeln $tg\ V'OM = \frac{V'M}{MO}$ und $tg\ MOV = \frac{MV}{MO}$, wie aus der Figur direct hervorgeht. Die in den Formeln enthaltenen linearen Grössen sind durch Messung bekannt.

MAUTHNER (l. c. pag. 68) weist auch dieser Methode ihre Fehler nach. Ist nämlich (Fig. 65) *SM* die Axe, *tV* die Gesichtslinie, *k* der Knotenpunct, *c* der Drehpunct *VkM* also $= \angle \alpha$, *O* der Hornhautscheitel, und bewegt das Auge seine Gesichtslinie zur Fixation von *V* nach *V'*, dann geschieht diese Bewegung um den Drehpunct *c*, welcher allein fest bleibt, während alle anderen Puncte, namentlich auch *k*, ihren Ort im Raume ändern. *k* rückt also nach *k'*; *ik'V'* stellt jetzt die Gesichtslinie und *ck'M'* die Hornhautaxe vor, und beide schneiden die Ophthalmometeraxe in verschiedenen Puncten *c* und *i*.

Fig. 65.



Es ist also ungenau, in voriger Berechnung (Fig. 64) die 4 Puncte *Okci* als Scheitelpunct des Winkels α zu einem einzigen Puncte zusammenfallen zu lassen. Dennoch zeigt es sich, dass die Berechnung richtig sein kann:

Es ist nämlich in Fig. 65 $\angle McM' = \angle cik' + \angle ck'i$, als Aussenwinkel des $\Delta\, ick'$. $\angle McM'$ entspricht aber in der Figur 64 dem $\angle \beta'$ d. h. dem Winkel zwischen Hornhaut- und Ophthalmometeraxe; $\angle cik'$ ist gleich dem Winkel zwischen Gesichtslinie und Ophthalmometeraxe $= \angle \beta' - \angle \alpha$ in Fig. 64

$$\text{also } \beta' = \alpha + cik'$$

allein dazu ist es nothwendig, dass $< cik'$ (resp. $< MiV'$) d. h. der Winkel zwischen Gesichtslinie und Ophthalmometeraxe schon gegeben sei.

Wie oben gezeigt, ist die Tangente des dem Winkel MiV' entsprechenden Winkels $V'OM$ der Fig. 64.

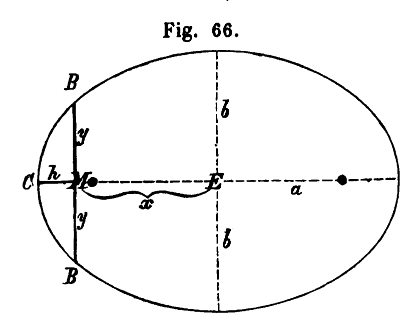
$$tg\ V'OM = \frac{V'M}{MO},$$

MO muss aber, wie aus Fig. 65 hervorgeht, nicht die Entfernung von M bis zur Hornhaut, sondern bis zum Puncte i bezeichnen, wo sich Gesichtslinie und Ophthalmometeraxe schneiden. Diesen Punct aber findet man erst, wenn Drehpunct (c), Knotenpunct (k) und $< \alpha$ gegeben sind. Nimmt man aber statt des unbekannten Mi die Länge Mc (bis Drehpunct), dann ist $\frac{V'M}{Mc} = tg < McV'$, des Winkels zwischen Blicklinie und Ophthalmometeraxe statt desjenigen zwischen Gesichtslinie und Ophthalmometeraxe und durch Subtraction dieses Winkels von dem Winkel McM' erhält man $< V'cM'$, den Winkel zwischen Blicklinie und Hornhautaxe $= < \gamma$, statt $< V'k'M'$ zwischen Gesichtslinie $V'k'$ und Hornhautaxe $M'k' = < \alpha$, also wieder dasselbe wie in § 76. Die Differenz zwischen beiden Winkeln ist aber, wie oben gezeigt, sehr unbedeutend.

Von der Stellung des Auges, wobei der Scheitelpunct seiner Hornhautkrümmung in der Ophthalmometeraxe liegt, geht man aus, wenn man Messungen in verschiedenen Meridianen vornehmen will. Zu diesem Zwecke haben Donders und Middelburg einen Ring construirt (Fig. 59, pag. 208), der, zwischen untersuchtem Auge und Ophthalmometer, senkrecht steht zu seiner Axe, die durch sein Centrum geht. An dem Ringe lassen sich drei in beschriebener Art angeordnete Lampen so verschieben, dass sie alle Durchmesser des Ringes, ihre Reflexbilder also alle Meridiane der Cornea durchlaufen. Einfacher geht es, die Stange, welche die Spiegel trägt (Fig. 60, pag. 208), um die Ophthalmometeraxe zu drehen. Natürlich müssen auch die Ophthalmometer-Platten in die gleiche Lage gebracht werden, damit die drei Objectpuncte und die Trennungslinie der Platten stets in einer Ebene liegen.

§ 77. **Durchmesser der Hornhautbasis.** Bringt man nach der in § 76 beschriebenen Art den Scheitel der Hornhaut in die Ophthalmometeraxe, so giebt die Drehung der Platten bis zu dem Grade, wo die verdoppelten Reflexbilder des Lichtes mit den entgegengesetzten Cornealrändern zusammen fallen, (Fig. 61) gerade die Hälfte des Durchmessers der Hornhautbasis an. Man berechnet ihn einfach nach Formel 1) pag. 205 (Donders).

Fig. 66.



§ 78. **Hornhauthöhe.** Die Hornhauthöhe entspricht annähernd einer Senkrechten, welche vom Hornhautscheitel zur Mitte der Hornhautbasis geht.

Ist in Fig. 66 $B\ B$ die Hornhautbasis $= 2y$, M ihr Mittelpunct, C der Scheitel der elliptischen Krümmung, so ist $C\ M = h$, die Hornhauthöhe. Ausserdem sei a der grosse, b der kleine Radius der Ellipse, von welcher die Cornea einen Abschnitt darstellt.

h wird berechnet mit Hilfe des Coordinatensystems, welches im Durchschnitte E beider Ellipsenaxen seinen Ausgangspunct hat. Die dem Halbmesser

der Hornhautbasis entsprechende Ordinate ist x, ihre Abscisse y und x wird nach der Coordinatengleichung für die Ellipse:

$$x = \pm \frac{a}{b} \sqrt{b^2 - y^2}$$

worin a und b aus den Berechnungen der Hornhautkrümmung, y aus der Messung der Basis bekannt sind.

h ist dann $= a - x$ [1].

§ 79. **Tiefe der vordern Kammer.** Die Tiefe der vordern Kammer (d) ist die Entfernung zwischen dem Scheitel der vordern Linsenfläche und dem Hornhautscheitel. Da aber die Iris der Linse aufliegt, kann man ohne erheblichen Fehler den Abstand zwischen Pupillarfläche und Hornhautscheitel für d annehmen.

Als Maass benutzt Helmholtz die Entfernung des scheinbaren Ortes der Reflexbilder der Hornhaut vom Pupillarrande der Iris.

Dieser Ort liegt für sehr weit entfernte Objecte ungefähr in der Mitte des Hornhautradius. Die Iris aber erscheint wegen der Brechung in der Hornhaut etwas vergrössert und nach vorn gerückt. Deshalb muss man mit Hilfe der bekannten Hornhautkrümmung aus der scheinbaren Lage der Iris erst die wirkliche berechnen, und damit die Lage des Cornealbildchens vergleichen.

Fig. 67.

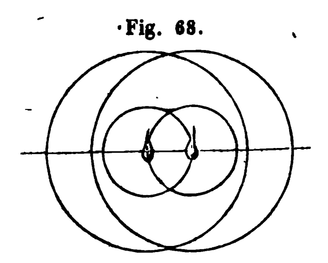
Helmholtz führt dieses auf folgende Art aus: In A (Fig. 67) steht das beobachtete Auge, ungefähr zwei Meter von ihm entfernt, in CD eine horizontale Scale; in B, dem Fusspuncte des von A auf CD gefällten Lothes, eine Flamme. Ihr Licht fällt durch die Oeffnung eines Schirmes und wird von der Cornea gespiegelt. In F

1) Woinow, Ophthalmometrie. p. 70—71.

befindet sich ein verschiebbares Fixirzeichen. In G^1 und G^2, gleich weit von B entfernt, stellt man nach einander das Ophthalmometer auf.

Nun beobachtet man von G^1 aus den Cornealreflex der Flamme B und verdoppelt ihn durch Drehung der Ophthalmometerplatten. Zu gleicher Zeit verdoppelt sich auch das Bild der Pupille. Hat man dies um die halbe Pupillarbreite verschoben, so kann man das Auge A durch Verschieben des Visirzeichens F so einstellen, dass die verdoppelten Flammenbilder gerade mit den Rändern der verdoppelten Pupille zusammen fallen. (Fig. 68.)

Fig. 68.



Dasselbe thut man von G^2 aus. Im ersten Falle steht dann also das Hornhautbildchen über der Mitte der Pupille in der Linie $G^1 A$, im zweiten Falle in der Linie $G^2 A$ und wo sich die beiden Linien schneiden, da ist der Ort der vorderen Linsenfläche.

Aus den gemessenen Grössen, dem früher gefundenen $\angle FAH$ (α) zwischen Gesichtslinie und Hornhautaxe AH, und dem ebenfalls über gefundenen Radius der Hornhaut, kann man diesen Punct durch Construction oder auch durch Berechnung finden.[1] Eine andere Methode zur Bestimmung der Tiefe der vorderen Kammer stammt von Donders. Wir haben sie in § 64 bei den Cornealmikroscopen beschrieben.

§ 80. **Krümmungsradius der vorderen Linsenfläche.** Den Krümmungsradius der vorderen Linsenfläche lehrte Helmholtz ebenfalls mit den von dieser Fläche gespiegelten Bildern kennen.

Man betrachtet hiezu die vordere Kammer sammt Hornhaut als ein concavconvexes dioptrisch-catoptrisches System, dessen Brechungsindex gleich ist dem des Humor aqueus; dessen stärker gekrümmte Vorderfläche die Cornea, dessen Durchmesser die Tiefe der vorderen Kammer, und dessen hintere, schwächer gekrümmte Fläche, die vordere Linsenfläche bildet.

Von diesen vier Grössen sind die drei ersten bekannt, die letzte gesucht; man kann sie aber finden dadurch, dass man die von der Cornea reflectirten Bilder gleich gross macht wie die von der vorderen Linsenfläche reflectirten, und so aus der messbaren Grösse der Bilder, und dem bekannten Radius der Hornhautkrümmung, auf den der vorderen Linsenfläche schliesst. Da aber die Lichtstrahlen, ehe sie auf diese Fläche treffen, und ehe sie, von ihr zurückgeworfen, in das Auge gelangen, das System der vorderen Kammer passiren, muss man erst den Gang dieser Strahlen berechnen, ehe man aus der Grösse des Linsenbildchens Schlüsse auf die Krümmung ihrer Vorderfläche ziehen kann.

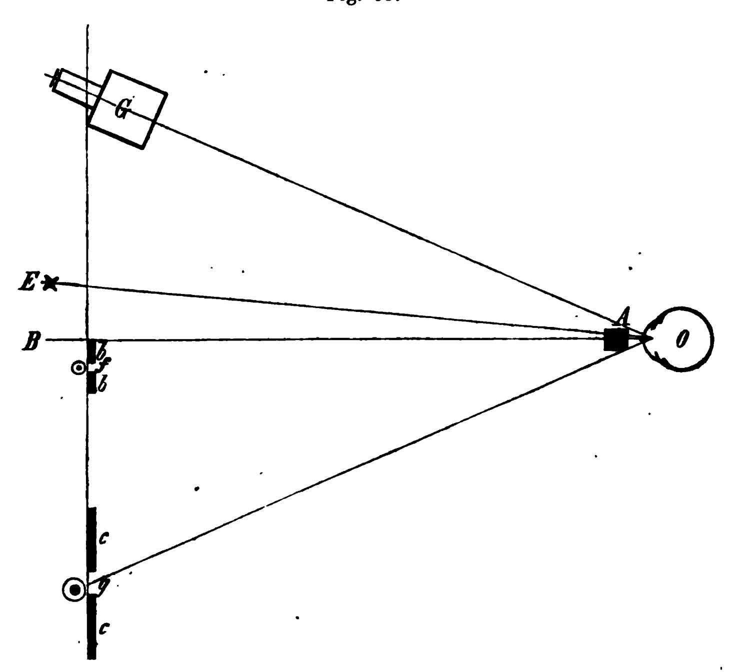
Die Anordnung des Apparates ist hiebei ähnlich, wie im vorigen Falle. In O Fig. 69 befindet sich das untersuchte Auge. bb und cc sind Schirme mit je einer Oeffnung in f und g. f ist kleiner und wird durch ein mässiges Licht erleuchtet; hinter der grossen Oeffnung g dagegen brennt eine starke Lampenflamme. Das von dieser ausgehende Licht fällt einerseits direct auf das Auge, andererseits wird es durch ein vor demselben befindliches horizontales Spiegelchen A auf dasselbe reflectirt, sodass also O 2 Bilder von jeder Schirm-Oeffnung sieht, und seine brechenden Flächen auch je 2 reflectiren.

---

1) Helmholtz, Arch. f. Ophth. I. 2. p. 33.

Die Oeffnung f und der von A entworfene Reflex f' bilden das Object für die Hornhautspiegelung, g und ihr Reflex g' das für die Linsenspiegelung. Der Beobachter sieht von G aus mit blossem Auge, oder durch ein schwach vergrössern-

Fig. 69.



des Fernrohr nach A hin. Nun wird das untersuchte Auge durch ein Fixirzeichen E so gestellt, dass die Linsenreflexe in der Mitte der Pupille erscheinen, und das Hornhautbild der kleinen Lichtpuncte dicht daneben. Dann wird der Schirm b so lange gehoben oder gesenkt, bis der Abstand der kleinen gespiegelten Lichtpuncte von einander eben so gross ist, wie der der Mittelpuncte der grösseren von einander. Die scheinbare Entfernung zwischen g und seinem Spiegelbild g' kann man auf einem am Schirme c befestigten, verticalen Maassstabe ablesen. Dies ist die Grösse des Objectes gg'. Auf gleiche Weise misst man ff'. Ihre Spiegelbilder sind einander gleich. Da nun die Bilder, welche spiegelnde Systeme von weit entfernten Objecten entwerfen, sich direct verhalten, wie die Brennweiten der Systeme, so müssen sich die Brennweiten von Systemen, welche von ungleich grossen, aber gleich weit entfernten Objecten, gleich grosse Bilder entwerfen, umgekehrt verhalten wie die Objecte. Die Brennweite der Cornea ist $= \frac{R}{2}$. Nennt man die der vorderen Linsenfläche q, so verhält sich also

$$q : \frac{R}{2} = ff' : gg'$$

$$q = \frac{R . ff'}{2\, gg'}$$

Aus q lässt sich nun auch der Radius r der vorderen Linsenfläche berechnen; und zwar nach Helmholtz auf folgende Weise:

Vor der spiegelnden Fläche, deren Radius $= r$ (Radien concaver Flächen positiv, convexer negativ genommen), stehe ein System brechender Kugelflächen, deren erste Brennweite in Luft f', die zweite Brennweite im letzten brechenden Medium f'' ist. Der Abstand der spiegelnden Fläche vom zweiten Hauptpunct des brechenden Systems ist d, dann ist

$$q = \frac{f' . f'' . r}{2\,(f''-d)\,(f''-d+r)} \text{ und daraus}$$

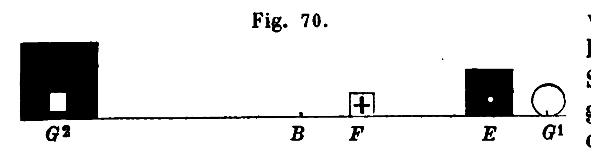
$$r = \frac{q\,(f''-d)^2}{\frac{1}{2} f' . f'' - q\,(f''-d)}$$

§ 81. **Ort der hintern Linsenfläche.** Der Ort der hintern Linsenfläche ist selbst unsichtbar und von keinen sichtbaren Theilen umgeben. Es ist darum die Bestimmung seiner Lage noch schwieriger, als die der vorderen Linsenfläche, welche durch den Pupillarrand der Iris bezeichnet wird. Für die hintere Linsenfläche hat man nur das von ihr reflectirte Bild.

Ist aber für einen Beobachter, der nach einander von zwei verschiedenen Richtungen in das Auge sieht, beide Male derselbe Punct der hinteren Linsenfläche durch einen Lichtreflex bezeichnet, dann kann man dessen Lage von zwei verschiedenen Richtungen her, gegen einen Hornhautreflex von bekannter Lage bestimmen und dadurch den scheinbaren Ort der hinteren Linsenfläche finden.

Dies erreicht man auf folgende Weise: Hat man auf der hinteren Fläche der Linse einen Lichtreflex erzeugt, so bringt man sein Auge an die Stelle des Lichtes, und das Licht an die frühere Stelle des Auges. Dann muss also der Reflex in der ersten und in der zweiten Stellung genau an demselben Orte entstanden sein. Diesen Ort aber bestimmt man dadurch, dass man in beiden Stellungen den Linsenreflex mit einem Hornhautbildchen deckt. Dann befindet sich der Ort der Linsenfläche im Durchschnittspunct der Gesichtslinien des Beobachters, die beide durch die Hornhautreflexe gehen. Die Lage der letztern aber lässt sich nach der früher beschriebenen Methode finden. Man stellt also vor dem beobachteteten Auge wieder eine Scale auf ähnlich wie in voriger Figur. (Vergl. Fig. 70.)

Fig. 70.



G^2 und G^1 sind gleich weit entfernt von B. In G^2 befindet sich, bei der ersten Stellung, ein Schirm mit grosser Oeffnung, welcher durch ein starkes Licht erhellt wird, in G^1 das Ophthalmometer, von dem man aber wie im vorigen Falle nur das Fernrohr gebraucht. G^2 erzeugt den Linsenreflex, während in E ein Schirm mit kleinerer Oeffnung steht, als Object des Hornhautbildchens. Dieser ist verschiebbar und seine Oeffnung von blauem Glase bedeckt. Das untersuchte Auge wird durch das Fixirzeichen F so gestellt, dass seine Hornhautaxe nach B gerichtet ist, also senkrecht steht auf G^1G^2. Durch G^1 sieht man also den Reflex von G^2. Dann verschiebt man E so lange, bis das von ihm erzeugte Hornhautbildchen diesen Reflex deckt, und merkt sich die Entfernung $B\,E$. Hierauf wird der Ort von Lampe und Fernrohr vertauscht, und wiederum die entsprechende Stellung von E auf der andern Seite gesucht.

Die Orte der Hornhautbilder, sowie den Durchschnittspunct der Gesichtslinien bestimmt man wie bei der Untersuchung der vorderen Linsenfläche. Für den Ort des hinteren Linsenreflexes hat man nicht nur, wie früher, den Gang seiner Strahlen durch die vordere Kammer, sondern auch durch die Linse zu berücksichtigen. Die Brechung der Linse hat aber deswegen wenig Einfluss auf die scheinbare Lage dieses Reflexes, weil derselbe ihrem hinteren Knotenpuncte sehr nahe liegt. Der Ort des hintern Linsenreflexes liegt ca. 7 Mm. hinter dem Hornhautscheitel.

Kennt man die Entfernung der vordern und die der hintern Linsenfläche von der Cornea, so giebt ihre Differenz die **Dicke der Linse.**

§ 82. **Krümmungsradius der hintern Linsenfläche.** Den Krümmungsradius der hintern Linsenfläche kann man nach zwei Methoden bestimmen. Entweder misst man die scheinbare Grösse des Reflexbildes dieser Fläche und berechnet seine wirkliche Grösse mit Hilfe der Brennweite und des Brechungsindex des vor ihm liegenden dioptrischen Systems: Linse, vordere Kammer und Hornhaut. Das Verhältniss zwischen der wirklichen Bildgrösse und der Grösse des Objectes giebt dann den Radius der spiegelnden hintern Linsenfläche; oder man benutzt dazu dieselbe Methode, nach welcher — wie oben beschrieben — die Krümmung der vordern Linsenfläche bestimmt wird, d. h. man vergleicht die Grösse der von der Hinterfläche der Linse entworfenen Bilder mit denen der Hornhaut.

Es ergiebt sich dann für den Radius der hintern Linsenfläche die Formel

$$r = \frac{q\,(f''-d)^2}{\frac{1}{2}f'\,f''-q\,(f''-d)}$$ [1])

worin q wieder die Brennweite der untersuchten spiegelnden Fläche mit dem vor ihr liegenden dioptrisch-catoptrischen Systeme bedeutet, f' und f'' die vordere und die hintere Brennweite des Systems: Hornhaut + Humor aqueus + Linse bezeichnen.

Da die Hinterfläche der Linse das dioptrische System des Auges begrenzt, weil der Glaskörper beinahe denselben Brechungscoefficienten hat, wie die vor der Linse liegenden Medien, so kann man für f' und f'' die Werthe annehmen, welche dem dioptrischen Systeme des Auges entsprechen.

d ist der Abstand des hintern Linsenscheitels vom zweiten Hauptpuncte des Auges.

Da aber $f''-d$, die Entfernung vom hinteren Brennpunct bis zur hintern Linsenfläche, einfach gefunden werden kann, wenn man von der ersten Brennweite f' den Abstand der hintern Linsenfläche vom zweiten Knotenpuncte des Auges subtrahirt, so setzt man in die obige Formel statt $f''-d=p$ und erhält also

$$r = \frac{q \cdot p^2}{\frac{1}{2}f' \cdot f'' - q \cdot p}$$

Da es sich bei diesen Untersuchungen herausstellt, dass die Reflexe, welche die Linsenflächen von gewöhnlichen Flammen liefern, so lichtschwach sind, dass sie sich zu genauen Untersuchungen, namentlich bei Verdoppelung durch die Ophthalmometerplatten, nicht gut eignen, so versuchte man dazu Drummond'sches Licht. Aber auch dies ist noch nicht hell genug. Dagegen erhält man mit Sonnenlicht ausserordentlich scharfe Bilder. (HELMHOLTZ.)

---

1) HELMHOLTZ, l. c.

Rosow[1]) machte damit Messungen nach Helmholtz's Anleitung, ähnlich wie in § 80, Fig. 69 angegeben ist; jedoch ersetzte er die Flamme *g* durch Sonnenlicht, welches mit Hülfe eines Heliostaten durch die Oeffnung des Schirmes auf das Spiegelchen *A* reflectirt wurde.

Dies bildet mit seinem Spiegelbilde wieder das Object für die Reflexion der Linse. Als Einfallswinkel dieses Strahls auf *A*, von dem die Grösse des Objectes abhängt, wählt man für die vordere Linsenfläche am besten einen Winkel von 40 — 45°, für die hintere Linsenfläche von 10 — 15°. Dann stören die Reflexbilder, welche die Cornea von ihm entwirft, nicht. Im Uebrigen bleibt die Untersuchungsmethode dieselbe.

Statt das Sonnenlicht *g* durch einen Spiegel zu verdoppeln, hat Woinow ein Prisma angewandt[2]). Er setzt ein Prisma von 14 — 18°, die brechende Kante nach unten gerichtet, zwischen das beobachtete Auge und das vom Heliostaten reflectirte Sonnenlicht, und zwar so, dass ein Theil direct, ein anderer durch das Prisma abgelenkt auf dasselbe fällt. Die Entfernung dieser beiden Lichter giebt wiederum das Object für die Linsenspiegelung, und kann entweder aus dem Ablenkungswinkel des Prismas berechnet, oder, genauer, an einer verticalen Scale gemessen werden.

Zur Messung der Grösse des Linsenreflexbildes benutzt er das Ophthalmometer, mit vertical gestellten Platten, und dreht letztere so lange, bis die Abstände zwischen den vier Reflexbildern gleich gross sind. (Fig. 71) So erhält er die halbe Bildgrösse. Der weitere Gang der Berechnung ist dann derselbe wie oben.

Fig. 71.

§ 83. **Das Phakoidoscop.** Noch bevor das Ophthalmometer bekannt war, maass Cramer[3]) die Reflexbilder der vordern und der hintern Linsenfläche, namentlich mit Bezug auf ihre Veränderungen bei der Accommodation. Er benutzte dazu ein Instrument, das Phakoidoscop, wie Donders es später genannt hat.

In seiner ersten Form besteht dasselbe aus einem horizontalen, in Grade getheilten Quadranten von 10 Cm. Radius, welcher von einer am Tischende fest zu schraubenden Stange getragen wird. Auf diesem lassen sich drehen ein 15 Cm. langes, inwendig mit Sammt ausgefüttertes Rohr, ein horizontal gestelltes Mikroscop und zwischen beiden ein Stab, welcher ein Fixirobject trägt. Das periphere Ende des Rohres ist durch ein Diaphragma mit einer senkrechten Oeffnung verschlossen, vor welcher ein Lampenlicht brennt. Das andere Ende reicht beinahe bis zum Centrum des Quadranten, wo es schief abgeschnitten ist, sodass sich sein Rand vollkommen an ein über dem Centrum befindliches Auge anlegt. Das Auge sieht nämlich durch eine in der Wand des Rohres angebrachte Spalte nach dem Fixirobjecte. Für die Beobachtung der Linsenbilder im ruhenden Zustande wählt man zur Fixation irgend ein fernes Object, für die Beobachtung bei der Accommodation ein auf der Stange aus- und einschiebbares Fadenkreuz. Dem Fixirobjecte giebt man

1) Arch. f. Ophth. XI. 2. p. 129.
2) Woinow, Ophthalmometrie. p. 90.
3) Het accommodatie-vermogen, physiologisch toegelicht. Haarlem 1853.

am besten eine Richtung, welche mit der des Rohres, resp. des einfallenden Lichtes 30° einschliesst. [1])

Das Mikroscop, mit welchem man die Linsenbilder beobachtet, ist ebenfalls 30° zur Gesichtslinie geneigt, und enthält in seinem Oculare eine zwischen zwei senkrechten Platten befindliche Spalte, welche man durch Schrauben weiter und enger machen kann, während sich ihr Durchmesser aussen an einem Nonius ablesen lässt.

Ist das Auge mittelst des Visirzeichens richtig eingestellt, dann wird das einfallende Licht auf der Cornea, auf der vordern und auf der hintern Linsenfläche in der Richtung des Fernrohrs reflectirt, doch bei dem Einfallswinkel von 30° so, dass die drei Bilder sich alle isolirt darstellen, ohne einander zu berühren. Mit Hilfe der im Fernrohr befindlichen Schieber, welche bis an die beiden Ränder eines Spiegelbildes vorgeschraubt werden, lässt sich die Grösse derselben leicht messen, und mit Hilfe der bekannten Vergrösserung des Mikroscopes, welche gewöhnlich eine 15- bis 30malige ist, reduciren. Letzteres ist übrigens nicht einmal nöthig, wenn man nur die Grössenveränderung der Linsenbilder bei der Accommodation kennen lernen will.

Derselbe Apparat wurde durch Donders noch verbessert. Statt auf einer etwas unsichern Metallstange zu schweben, bildet der Quadrant selbst den festen Fuss des Instrumentes. Er hat einen Radius von 25 Cm. Die centrale Kinnstütze kann so um die senkrechte Axe gedreht werden, dass das beobachtete Auge sich jedesmal in dem Centrum des Quadranten befindet. Ausserdem steht ihr gegenüber noch eine Säule mit zwei gegen die Stirne andrückbaren kleinen Pelotten. Lampe und Fixirobject bewegen sich in der Höhe des Auges auf zwei längs der Peripherie des Quadranten verschiebbaren, senkrechten Stäben. Erstere wird mit einem Schirme bedeckt, welcher nur durch eine gegen das Auge hin gerichtete Oeffnung Licht auf dasselbe fallen lässt. Das Mikroscop dieses Apparates ist etwas grösser als das des ersteren, und wird von einer festen Säule getragen. Statt zweier Schirme kann man in seinem Ocular die Enden zweier Schrauben beobachten, die man auf die Ränder des Bildes einstellt.

Da das Fernrohr feststeht, so wird von ihm als 0°-Punct abgerechnet das Fixirobject ungefähr in 30°, die Lampe in 60° aufgestellt.

§ 84. **Bestimmung des Brechungscoefficienten brechender Medien.** Helmholtz bestimmte die Brechungsindices menschlicher Augen nach folgender einfachen Methode: Proben der zu untersuchenden Flüssigkeit wurden zwischen die concave Fläche einer planconcaven Linse und eine ebene Glasplatte eingeschlossen, und mit dem Ophthalmometer die Bilder gemessen, welche dieses System von bekannten Objecten lieferte. Daraus berechnete er die Brennweiten.

Ausserdem bestimmte er mit dem Ophthalmometer, nach der Art der Bestimmung der Hornhautkrümmung (§ 75), den Radius der concaven Fläche dieser Linse. Aus diesem und der Brennweite lässt sich der Brechungsindex des Mediums direct berechnen, ohne dass man dieselbe Procedur auch mit destillirtem Wasser zur Vergleichung vorzunehmen braucht. [2])

---

1) Genau genommen muss das Auge um seinen Winkel α weniger als 30° nach Innen sehen.

2) Helmholtz, Phys. Optik. p. 78.

§ 85. **Bestimmung des Drehpunctes mit dem Ophthalmometer.** Die ersten Methoden zur Bestimmung des Drehpunctes mit dem Ophthalmometer sind von Donders und von Junge angegeben. [1]).

Die erste Methode von Donders beruht auf folgendem Gedanken: Wäre die Hornhaut kugelförmig und läge in ihrem Centrum der Drehpunct des Auges, so müsste ein Reflexbild der Cornea bei Drehungen desselben stets seinen Ort im Raume beibehalten. Liegt der Drehpunct dagegen hinter dem Centrum, dann wird sich, bei Bewegung des Auges, auch das Bild verschieben und zwar in gleicher Richtung. Der Werth dieser Verschiebung ist dann gleich dem Sinus des Bewegungswinkels, beschrieben aus dem Drehpuncte des Auges, mit einem Radius gleich der Entfernung zwischen Bewegungscentrum und Krümmungsmittelpunct.

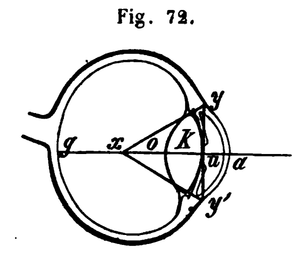
Die Berechnung nach dieser sehr ingeniösen Methode wird aber, wie Donders fand, dadurch erschwert, dass die Hornhaut keine Kugelfläche darstellt, sondern ein Rotations-Ellipsoid, dessen Excentricität allein schon einen bedeutenden Einfluss auf die Lage des Reflexbildes ausübt. Man müsste also bei der Berechnung des Drehpunctes aus der Lage des Reflexbildes auch die elliptische Form der Cornea berücksichtigen, was die Rechnung ungemein erschweren würde. Auch die von Junge angegebene Methode verlangt die Kenntniss des Cornealellipsoides.

Donders und Doyer [2]) machten deshalb die Drehpunctsbestimmungen nach einer anderen Methode. Man bestimmt, wie gross der Bewegungswinkel (mit gleichen Excursionen nach beiden Seiten) sein muss, um die Endpuncte des gemessenen horizontalen Durchmessers der Hornhaut, einen nach dem andern, mit demselben Punct im Raume zusammen fallen zu lassen.

Den Durchmesser der Hornhaut findet man auf oben (§ 77) angegebene Weise.

Ist dabei das Auge, mit Hilfe eines Fixirobjectes, so gestellt, dass seine Hornhautaxe mit der Ophthalmometeraxe zusammenfällt, so wird vor demselben ein Ring angebracht, in welchem ein feines Haar senkrecht hängt. Dies deckt den Hornhautreflex, wenn es sich in der Axe befindet. Jetzt handelt es sich darum, zu bestimmen, um wie viele Grade das Auge gedreht werden muss, um, vom Ophthalmometer aus gesehen, erst den einen, dann den andern Cornealrand mit dem Haare zusammenfallen zu lassen. Diese geben dann den Bogen an, den das Auge durchläuft, damit nach einander die Endpuncte seiner Basis denselben Ort im Raume einnehmen. Diesen Winkel kann man an dem Bogen ablesen, auf welchem das Fixirobject läuft, und dessen Centrum ungefähr im Drehpuncte des Auges steht. Bezeichnet in Fig. 72 x den Drehpunct, y und y' die Hornhautränder, so ist $y\,x\,y'$ ein gleichschenkeliges Dreieck, dessen Winkel $y\,x\,y'$, und dessen Basis $y\,y'$ man, als

Fig. 72.



1) Donders, Refractionsanomalien. p. 156 u. f.

2) F. C. Donders en D. Doyer, De ligging van het draipunt van het oog. Derde Verslag Gasth. v. Oogl. Utrecht 1862. p. 209. und Donders, Refractionsanomalien. p. 157.

Durchmesser der Hornhautbasis, kennt. Seine Höhe $u\,x$ fällt mit der Hornhautaxe $a\,g$ zusammen und theilt das Dreieck in zwei gleiche rechtwinklige Hälften. Es ist also:

$u\,y'$ = halber Durchmesser der Basis
$u\,x\,y$ = halber $< y\,x\,y'$
$u\,x$ = Entfernung des Drehpunctes von der Hornhautbasis,

zu welcher man nur noch $u\,a$, die Hornhauthöhe, zu addiren braucht, um die gesuchte Entfernung des Drehpunctes vom Hornhautscheitel zu erhalten.

Wie bemerkt, wird der Winkel $y\,x\,y'$ an einem Gradbogen abgelesen, der vom Drehpuncte aus beschrieben ist. Da man aber den Drehpunct erst sucht, so kann die Stellung des Auges zum Bogen nicht mathematisch genau sein. Der daraus entstehende Fehler ist aber verschwindend klein, und selbst wenn man den Drehpunct kennen würde, so wäre es unmöglich den Mittelpunct des Bogens genauer einzustellen, als so dass er etwas hinter die Mitte des Bulbus fällt, was wir auch so thun. (Andere Methoden der Drehpunctsbestimmung vergl. § 90.)

§ 86. **Bestimmung der Brennweite von Linsen.** DONDERS benutzt das Ophthalmometer auch zu genaueren Bestimmungen der Brennweite von Convexgläsern. Er misst mit dem Ophthalmometer zuerst die Grösse eines Objectes, und sucht nun, bei gleichem Stand der Ophthalmometerplatten, diejenige Entfernung der fraglichen Linse auf, in welcher ihr Bild gleich gross ist, wie das Object. Diese Entfernung entspricht dann der doppelten Brennweite der Linse. Oder er misst die Grösse der dioptrischen Bilder in irgend einer bekannten Entfernung von dem Objecte, und berechnet die Brennweite F der Linse auf folgende Weise:

Ist B = Grösse des Objectes
β = Grösse des Bildes
f' = Entfernung des Objectes von der Linse
f'' = Entfernung des Bildes von der Linse,

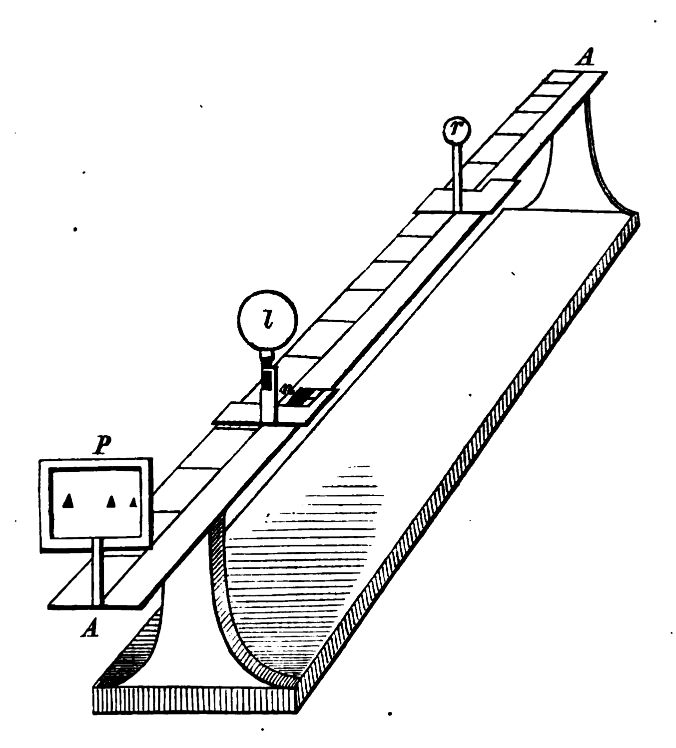
so ist $f'' = \frac{\beta f'}{B}$

und $F = \frac{f' \cdot f''}{f' + f''}$.

Die Messungen werden mit folgendem Apparate vorgenommen (Fig. 73). An dem einen Ende eines horizontalen, metallenen Maassstabes AA', steht die Platte P, mit drei, in schon mehrfach erwähnter Weise angeordneten Oeffnungen. Sie werden von hinten erleuchtet und bilden das Object. Auf dem Maassstabe lassen sich verschieben: ein Linsenhalter l, dessen jeweilige Stellung ein Nonius n angiebt und ein Ring r. Letzterer dient zur Controlle, ob die Linse genau centrirt sei, indem dann das von ihr entworfene Bild in seiner Mitte erscheint. In A steht das Ophthalmometer. Object, Linse, Ring und Ophthalmometer müssen centrirt sein. Zuerst stellt man die Ophthalmometerplatten so, dass durch sie gesehen, das Object gerade verdoppelt wird, und lässt sie so stehen. Dann bringt man die zu untersuchende Linse in die Fassung l und stellt sie zwei mal so weit von P auf, als die vom Optiker angegebene Brennweite des Glases beträgt.

Eben so weit verschiebt man den Ring r von der Linse, sodass $Pl = rl$ wird. Nun stellt man das Fernrohr des Ophthalmometers auf den Ring r ein; innerhalb desselben erscheint das Bild der Linse. Entsprechen Pl und rl wirklich der doppelten Brennweite des Glases, dann muss das Bild genau gleich gross sein, wie das Object, d. h. durch das Ophthalmometer gesehen, müssen die von

Fig. 73.



der Linse entworfenen Bildpuncte genau dieselbe Anordnung zeigen, wie die des Objectes vor dem Einsetzen der Linse. Ist dies nicht der Fall, so verschiebt man l so lange, bis die verlangte Gleichheit erreicht ist, und kann dann an dem Nonius die wirkliche doppelte Brennweite des Glases ablesen.

§ 87. **Bestimmung des Brechungsindex von Linsen.** Mit dem gleichen Apparate, mit dem er die Brennweite bestimmte, hat Donders auch den Brechungsindex der Gläser gemessen.

Erst bestimmt man, gerade wie für die Cornea (§ 75), aus den Reflexbildern die Krümmungsradien der beiden Linsenflächen R und r. Die Brennweite des Glases F findet man auf eben (§ 86) erwähnte Weise.

$$\text{Nun ist } \frac{1}{F} = (n-1)\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r}\right)$$

$$n = \frac{1}{F\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r}\right)} + 1$$

und wenn $R = r$

so ist $n = \frac{R}{2F} + 1.$

§ 88. **Das Ophthalmometer von** Coccius[1]). Der Zweck dieses Ophthalmometers ist derselbe, wie der des Helmholtz'schen, das Princip seiner Einrichtung dem letzteren ähnlich, seine Anwendung aber davon verschieden.

Coccius benutzt nämlich zur Bestimmung des Krümmungsradius convexer Flächen aus der Grösse ihrer Reflexbilder ebenfalls das Princip der Verdoppelung der letzteren. Während aber beim Helmholtz'schen Ophthalmometer das Object (der relative Lichterabstand) constant bleibt, und die Bildgrösse gemessen wird, lässt Coccius die Bildgrösse constant, und sucht den dazu gehörigen Lichterabstand.

Das Instrument von Coccius besteht seiner Hauptsache nach aus einem doppelbrechenden Krystalle und einem möglichst fein gearbeiteten Dichroiskope, dessen Ablenkungswinkel genau bestimmt ist. Am geeignetsten sind solche, deren Doppelbrechungswinkel gerade ganzen oder halben Millimetern, nicht complicirten Bruchtheilen eines Millimeters entspricht.

Als Object benutzt er zwei, auf einer graduirten Scala verschiebbare Lämpchen, deren Reflexbilder man auf der Cornea des untersuchten Auges durch den Doppelspath betrachtet.

Man sucht dann durch Verschiebung des Lichtes auf der Scale die relative Entfernung derselben, bei welcher ihr Bild gerade verdoppelt erscheint, also, wenn wir ein Licht mit ○ das andere mit × bezeichnen, nebenstehende Figur (Fig. 74) bildet.

Fig. 74.

○ ⊗ ×

Fig. 75.

× ○ × ○

Entspricht z. B. der Doppelbrechungswinkel des Krystalls einem linearen Werthe von 3 Mm., so ist diese Bildgrösse 2×3 Mm. Sodann verkleinert man zur Controlle der ersten Messung den Lichterabstand zum zweiten Male so weit, bis das Reflexbild nur mehr die Hälfte obiger Grösse hat, also der Anordnung in Fig. 75 entspricht. Dies ergiebt für unser Beispiel eine Bildgrösse von $2 \times 1{,}5$ Mm.

Für jedes Ophthalmometer kennt man natürlich ein für allemal die linearen Werthe, welche den obigen Gruppirungen der Reflexe entsprechen, und braucht also nur auf der Scale die zugehörige Lichterdistanz abzulesen und die Entfernung der Lichter von der spiegelnden Fläche, welche man auch constant lässt, in Rechnung zu bringen, um wiederum mit Hilfe der einfachen Formel:

$$r = \frac{2\,a\,\beta}{b}$$

den Radius der untersuchten Fläche zu finden.

---

1) Coccius, Ueber den Mechanismus der Accommodation des menschlichen Auges. Leipzig 1867. — Heilanstalt für arme Augenkranke. Leipzig 1872. — Ophthalmometrie und Spannungsmessung am kranken Auge. Monographie. Leipzig 1872.

Um die Reflexbilder möglichst genau und aus einer gewissen Entfernung sehen zu können, betrachtet man sie durch ein mit dem Doppelspathe centrirtes Fernrohr. Dieses besteht aus einem planconvexen Objective von 6″ Brennweite und einem aus- und einschiebbaren campanischen Oculare.

Bei der Messung wird der Kopf des zu Untersuchenden mit Hilfe einer Stirn- oder Hinterhauptslehne befestigt, und sein Auge durch ein Fixirzeichen (eventuell die Ophthalmometeröffnung selber) in die gewünschte Stellung gebracht. 20 Pariser Zoll vom Auge des Untersuchten und in gleicher Höhe mit demselben stellt man 2 Lichter auf, und zwar so, dass das Ophthalmometer sich gerade in ihrer Mitte befindet.

Will man in einem anderen Meridiane messen, so dreht man Ophthalmometer und Lichterscale um gleich viele Grade in die gewünschte Stellung.

Bei 20″ Entfernung der Lichter von dem untersuchten Auge, einem doppelbrechenden Krystall von 3 Mm. Ablenkung, und einem Cornealradius von 7,5 Mm. muss der Abstand der Lichter von einander 8 Par. Zoll betragen, um das Bild Fig. 75 von 2 × 1,5 Mm. zu ergeben. Beträgt dagegen der Abstand der Lichter von einander 7,5 Par. Zoll, so muss der Radius 8 Mm. betragen, damit die Krümmung das gleiche Reflexbild liefere.

Coccius hebt an seinem Instrumente folgende Vortheile hervor:

Es lässt sich leicht handhaben.

Man braucht nur 2 Lichter, hat also weniger Blendung für den Patienten.

Es eignet sich sehr gut zur Demonstration.

Es ist nicht so difficil und nicht so theuer wie das Helmholtz'sche, und soll genügende Genauigkeit, bis $^1/_{25}$ Mm.[1]), ergeben.

Das Ophthalmometer von Helmholtz lässt eine Genauigkeit von $^1/_{100}$ Mm. zu[2]) und ist ausserdem in seiner Verwendung vielfältiger als das von Coccius. Letzteres eignet sich dagegen für Cornealmessungen, wie man sie in der Praxis braucht, vortrefflich.

Statt des Doppelspathes könnte man auch zwei in der Weise der Ophthalmometerplatten über einander stehende, mit der brechenden Kante entgegengesetzt gerichtete Prismen von gleicher Stärke benutzen. Die Trennungslinie beider muss dann, wie beim Ophthalmometer, die Pupille des Untersuchers, oder die Oeffnung des Fernrohrs halbiren.

Eine solche Prismencombination würde sich — nebenbei gesagt — auch zur Messung der Pupillenweite eignen. Man wird die Prismen dem Auge so weit nähern, bis die Endpuncte des dadurch verdoppelten grössten Pupillendurchmessers sich berühren. Die der Prismenwirkung entsprechende lineare Grösse mit ihrer Entfernung vom Auge ergiebt dann die Weite der Pupille.

Literatur.

Petit, Mém. de l'Acad. des sciences de Paris. 1723—1730. pag. 54. 1723; pag. 18. 1725; pag. 375. 1726; pag. 408. 1728; pag. 4. 1730.

Jurim, Essay upon distinct and indistinct vision. Smith's complete System of Optics. pag. 141. 1738.

1) Woinow, Ophthalmometer. p. 126.
2) Coccius, l. c. p. 11.

Helsham, A course of lectures on natural Philosophy. London 1739.
Wintringham, Experimental Inquiry on some parts of the animal Structure. London 1740.
Pristley, Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Optik. (Aus dem Englischen.) Leipzig 1776.
Th. Young, Philos. Transact. I. pag. 55. 1801. — Philos. Transact. Vol. XCII. pag. 23. 1805. — Miscellaneous works of the late Th. Young by G. Peacock. Vol. I. pag. 12. London 1805.
D. W. Soemmering, De oculorum hominis animaliumque sectione horizontali. pag. 79. Göttingen 1818.
Brewster, Edinb. Philos. Journal. Nr. 1. 1819.
Purkinje, De examine physiologico organi visus et systematis cutanei. Vratisl. 1823.
—, Beobachtungen und Versuche zur Physiol. der Sinne. Berlin 1825.
Treviranus, Beiträge zur Anat. und Physiol. d. Sinneswerkzeuge. 1. Heft. pag. 20. Bremen 1828.
C. Krause, Bemerkungen über den Bau und die Dimensionen des menschlichen Auges. Merckel's Arch. f. Anat. und Physiol. Bd. VI. pag. 86. und Pogg. Ann. T. XXXI. pag. 93. 1855.
—, Brechungsindices d. durchsichtigen Medien d. menschl. Auges. pag. 529. Hannover 1855.
Middelburg, De zitplaats van het astigmatisme. pag. 20. 1863.
Sanson, Leçons sur les maladies des yeux. Paris 1837.
J. Müller, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. II. pag. 276—393. 1837.
Kohlrausch, Ueber die Messungen des Radius d. Vorderfläche der Hornhaut am lebenden menschlichen Auge. Oken's Isis. 1840.
—, Beiträge zur Physiologie und Physik des menschlichen Auges. pag. 16—93. Berlin 1841.
Gauss, Dioptrische Untersuchungen. Göttingen 1841.
Listing, Dioptrik des Auges. Wagner's Handwörterbuch d. Physiol. Bd. IV. 1845.
—, Beiträge zur physiolog. Optik. Göttingen 1845.
Volkmann, Wagner's Handwörterbuch d. Physiologie. III. pag. 265. 1846.
Senff, Wagner's Handwörterbuch d. Physiologie. Bd. III. Abth. I. pag. 271. 1846.
H. Meyer, Henle's und Pfeufer's Zeitschr. Bd. V. 1846.
Brücke, Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin 1847.
M. Langenbeck, Klin. Beiträge aus dem Gebiete der Therapie und Ophth. Göttingen 1849.
Stellwag von Carion, Zeitschr. der Wiener Aerzte. H. III. pag. 125. 1850.
Czermak, Prag. Vierteljahrschr. f. pract. Heilkunde. B. XXXII. 1851.
Cramer, Tijdschrift der Neder. Maatsch. tot bevordering der Geneesk. Jan. 1852.
—, Het accommodatievermogen der Oogen. pag. 61. Haarlem 1853.
Helmholtz, Arch. f. Ophth. I. 2. pag. 1. 1854.
—, Arch. f. Ophth. II. pag. 3. 1854.
Ruete, Lehrbuch der Ophthalmologie. 1854.
Zehender, Anleitung zur Dioptrik des Auges. Erlangen 1856.
—, Arch. f. Ophth. Bd. III. Abth. II. pag. 99. 1857.
J. H. Knapp, Die Krümmung der Hornhaut des menschlichen Auges. Heidelberg 1860.
—, Arch. f. Ophth. VII. 2. pag. 1. 1860.
—, Ueber die Asymmetrie des Auges in seinen verschiedenen Meridianen. Arch. f. Ophth. VIII. 2. pag. 185. 1861.
—, Ueber die Diagnose des irregulären Astigmatismus. Klin. Monatsbl. pag. 304. 1864.

G. Valentin, Aenderung des Characters der Doppelbrechung in Krystalllinsen. Arch. f. Ophth. VIII. 1. pag. 88. 1861.
E. v. Jaeger, Ueber die Einstellung der dioptrischen Apparate im menschlichen Auge. Wien 1861.
Meyerstein, Henle's und Pfeuffer's Zeitschr. XI. 1861.
F. C. Donders en D. Dojer, De ligging van het draaipunt van het oog. Verslag Ned. Gasth. voor Ooglijders. Nr. 3. pag. 209. 1862. — Deutsch: Arch. f. d. Holl. Beiträge z. Natur- u. Heilk. Bd. III. pag. 260. 1864.
——, On the anomalies of Accommodation and Refraction of the Eye. 1864. — Deutsch: Die Anomalien der Refraction und Accommodation. Wien 1866.
Giraud-Teulon, Nouvelle étude de la marche des rayons lumineux dans l'oeil. Rôle de chacun des milieux dioptriques. Ann. d'Ocul. LI. pag. 145. 1864.
Em. Mandelstamm, Zur Ophthalmometrie. Arch. f. Ophth. XI. 2. pag. 259. 1865.
B. Rosow, Zur Ophthalmometrie. A. d. physiol. Labor. Prof. Helmholtz. Arch. f. Ophth. XI. 2. pag. 129. 1865.
Cyon, Sitzungsber. d. Wiener Acad. d. Wissensch. 1866.
Neumann, Die Haupt- und Brennpuncte d. Linsensystems. Leipzig 1866.
Schirmer, Lehre von den Refractions- und Accommodationsstörungen des Auges. Berlin 1866.
Wundt, Medic. Physik. Erlangen 1867.
Setschenoff, Physiologie der Sinnesorgane. Sehen. (Russisch.) St. Petersburg 1867.
Giraud-Teulon, Vorzeigung einiger optischer Instrumente. Klin. Monat. f. Augenh. pag. 276. (Sitzb. II. 4.) 1867.
——, Lois de la réfraction dans les systèmes de surfaces sphériques. Ann. d'Ocul. LVIII. pag. 213. 1867.
Helmholtz, Handbuch der physiolog. Optik. pag. 8 u. ff. Leipzig 1867.
Coccius, Ueber den Mechanismus der Accommodation des menschl. Auges. Leipzig 1867.
Giraud-Teulon, Desiderata existant encore dans les éléments de construction de l'oeil schématique. Ann. d'Ocul. LX. pag. 97. 1868.
Zehender, Handbuch der pract. Augenheilk. Bd. II. Abth. II. 1869.
Mauthner, Ueber den Winkel α. Heidelberger Congress. Klin. Monatsbl. VII. pag. 481. 1869.
Iwanoff, Arch. f. Ophth. Bd. XV. Abth. 3. 1869.
Strawbridge, Monatsbl. f. Augenh. 1869.
Gerold, Ophthalmologische Optik. I. und II. Wien 1869.
Woinow, Ophthalmometrie. Messungen der Linse. Klin. Monatsbl. VII. pag. 476. 1869.
——, Ueber den Winkel α. Klin. Monatsbl. VII. pag. 482. 1869.
Mauthner, Wiener med. Presse. Nr. 34—37. 1869.
Reuss und Woinow, Ophthalmometrische Studien. Wien 1869.
Coccius, Die Heilanstalt f. arme Augenkranke zu Leipzig. 1870.
E. Adamuk, De l'action de l'atropine sur la pression intraoculaire. Ann. d'Ocul. LXIII. pag. 108. 1870.
Knapp, Arch. f. Augen- und Ohrenheilkunde. Bd. I. Abth. II. 1870.
Woinow, Arch. f. Ophth. Bd. XVI. Abth. I. 1870.
——, Ueber Ophthalmometrie. (Russisch.) 1870.
——, Kritik der Ophthalmometrie. Inaug. Dissert. (Russisch.) 1870.
——, Ueber den Drehpunct des Auges. Arch. f. Ophth. XVI. 1. pag. 243. 1870.
——, Weitere Beiträge zur Kenntnis des Winkels α. Arch. f. Ophth. XVI. 1. pag. 225. 1870.
——, Ophthalmometrie. Wien 1871.
——, Analyse critique de la méthode ophthalmométrique de l'investigation des éléments dioptriques de l'oeil. Diss. Inaug. Moscou 1871.

Woinow, Ophthalmometrische Messungen an Kinderaugen. Klin. Monat. f. Augenh. pag. 280. 1872.

Gama Lobo, Neue Methode zur Messung des Abstandes der hintern Linsen- von der vordern Hornhautfläche. Klin. Monatsbl. X. Sept. pag. 288. 1872. (Einfache Erwähnung.)

L. Mandelstamm und Heinrich Schöler, Eine neue Methode zur Bestimmung der optischen Constanten des Auges. Arch. f. Ophth. XVIII. 1. pag. 155. 1872.

Mauthner, Vorlesungen über die optischen Fehler des Auges. Abth. I. pag. 43 u. f.

Coccius, Ophthalmometrie und Spannungsmessung am kranken Auge. Leipzig 1872.

XII. Ophthalmotropometrie.

§ 89. **Bestimmung der Augenbewegungen.** Bei allen Bestimmungen der Augenbewegungen muss man von der Primärstellung der Augen ausgehen.

Diese findet statt bei minimaler Innervation aller Augenmuskeln. Der Kopf wird dabei aufrecht gehalten und die Gesichtslinien liegen parallel in einer horizontalen Fläche (Donders).

Characterisirt wird die Primärstellung im Normalzustande dadurch, dass reine Erhebung oder Senkung, sowie reine Seitenwendung von ihr aus keine Raddrehung hervorbringt[1]).

Da die Gesichtslinie und die Hornhautaxe nicht zusammenfallen, sondern miteinander den Winkel α bilden, und das Individuum, das wir anweisen, in unendliche Ferne zu sehen, seine Augenstellung nach den Gesichtslinien richtet, so können dem Beobachter, der nach der Stellung der Cornea urtheilt, die Augen divergent oder convergent scheinen, je nachdem der Winkel α positiv oder negativ ist, d. h. je nachdem die Hornhautaxe aussen oder innen von der Gesichtslinie liegt.

Die Controle, ob eine scheinbare Abweichung auf dem Winkel α oder auf pathologischen Ursachen beruht, ergibt sich gleich beim Verdecken des einen Auges: Macht dabei das andere eine Einrichtungsdrehung, dann besteht auch eine Abweichung in der Stellung der Gesichtsaxen. Ebenso aus der Prüfung auf Dyplopie: sind die Gesichtslinien richtig eingestellt, so wird der fixirte Punct einfach gesehen.

Den Winkel α kann man annähernd so bestimmen, dass man das eine Auge in den Mittelpunct eines Halbkreises bringt, z. B. in den Perimeter mit horizontal gestelltem Bogen. Ihm gegenüber im 0-Punct lässt man ein Object fixiren, und führt nun eine Lichtflamme auf dem Bogen hin. Unter die Flamme bringt man sein eigenes Auge, mit welchem man allen ihren Bewegungen folgt. Dann ergibt der Theilstrich des Bogens, bei welchem man das Reflexbild der Flamme gerade im Mittelpunct der Cornea des untersuchten Auges erblickt, dessen Win-

1) Helmholtz, Phys. Optik. pag. 463.

kel α (Javal). Um sich zu überzeugen, ob das eigene Auge wirklich gerade über oder unter der Flamme sich befinde, braucht man nur darauf zu achten, ob sein Reflexbild senkrecht über oder unter dem der Flamme erscheint.

Genauere Resultate erhält man, wenn man zwei in radiärer Richtung hintereinander stehende leuchtende Objecte längs dem Bogen verschiebt. Der gesuchte Punct ist dann derjenige, von welchem aus gesehen die Reflexe der beiden einander decken (vergl. § 76).

§ 90. **Bestimmung des Drehpunctes des Auges.** Die ersten Bestimmungen des Drehpunctes stammen von Burow[1]), von Volkmann[2]) und von Valentin[3]). Was ihre Methoden anbelangt, so verweisen wir auf die Literatur, da dieselben seither durch vollkommenere sind ersetzt worden. Eine der letzteren, die von Donders und Doyer[4]), die mit Hilfe des Ophthalmometers ausgeführt wird, haben wir unter § 85 beschrieben.

Nach Donders (Refr. anomalieen pag. 154) liegt der Drehpunct: bei Emmetropen ca. 13,45 Mm. hinter der Cornea, 9,99 Mm. vor der hinteren Skleralfläche; bei Myopen ca. 14,52 Mm. hinter der Cornea, 11,03 Mm. vor der hinteren Skleralfläche; bei Hypermetropen ca. 13,22 Mm. hinter der Cornea, 8,88 Mm. vor der hinteren Skleralfläche.

Giraud-Teulon[5]) versuchte das Vorhandensein eines Drehpunctes und sein Zusammenfallen mit dem Centrum des Bulbus dadurch zu beweisen, dass bei den Bewegungen des Auges der Lidrand in beständiger Berührung mit dem Bulbus bleibe, und ferner dadurch, dass ein Druckphosphen, erzeugt durch ein feines, den Bulbus nicht verschiebendes Object, bei allen Bewegungen des Auges seine Intensität beibehalte.

Eine der feinsten Methoden ist jedenfalls die, deren sich J. J. Müller[6]) in Fick's Laboratorium zu diesen Messungen bediente. Er bestimmte die Projection des Schneidepunctes von Cornealscheitel und Gesichtslinie bei der Drehung des Auges. Dazu besah er sein eigenes Auge mit Hülfe zweier prismatischer Spiegel und bestimmte durch Projection auf einen Papierbogen die verschiedenen Orte, welche der Scheitel der Cornea successive im Raume einnimmt. Diese beschreiben einen Bogen, dessen Centrum der Drehpunct ist. So fand Müller, dass bei allen Bewegungen in der horizontalen Blickebene der Drehpunct derselbe

1) Burow, Beiträge zur Physiologie und Physik des menschlichen Auges. Berlin 1841. pag. 21.

2) Volkmann, Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtes. § 33. — Wagner's Handwörterbuch. III. Art. Sehen. pag. 274. 1846.

3) Valentin, Lehrbuch der Physiologie. II. 2. pag. 29.

4) Donders und Doyer, De ligging v. h. draaipunt v. h. oog, Verslagen en Mededeelingen v. d. Koninklijk. Akad. v. Wetensch. Dl. XIV. pag. 351.

——, Derde jaarlijksch Verslag van het Nederl. Gasthuis voor Ooglijders. pag. 209.

——, Anomalies of accommod. and refract. of the eye. pag. 179, 248, 404. Deutsche Ausgabe. pag. 152, 208, 339.

5) Giraud-Teulon, Contribution à la physiologie de la vision. Ann. d'Oculist. LIX. pag. 102.

——, Nouvelle étude sur la position du centre optique de l'oeil etc. Comptes rendus. LVIII. pag. 360.

6) J. J. Müller, Untersuchungen über den Drehpunct des menschlichen Auges. Arch. f. Ophth. XIV. 3. pag. 183. 1868. und: Inauguraldissertation. Zürich 1868.

bleibt, während er bei stark gehobener Blickebene nach hinten, bei gesenkter etwas nach vorn rückt. Und zwar ist die Entfernung des Drehpunctes von der Cornea: bei horizontaler Blickebene seines *L.* Auges = 14,56 Mm., des *R.* = 13,19 Mm.; bei um 20° gehobener Blickebene des *L.* Auges = 15,16 Mm., des *R.* = 13,29 Mm.; bei um 20° gesenkter Blickebene des *L.* Auges = 14,34 Mm., des *R.* = 12,87 Mm. Beide Augen haben Myopie $\frac{1}{10}$.

Später machte Volkmann [1]) weitere Untersuchungen über den Drehpunct nach folgender Methode: auf einem horizontalen Brette wurden, von einem ausserhalb desselben gedachten Puncte aus, mehrere um je 10° divergirende Linien gezogen, und auf jeder zwei senkrechte Nadeln eingesteckt. Der Untersuchte schob nun das Brett so lange hin und her, bis die Nadeln jeder Linie bei monocularer Fixation sich deckten. Dann fiel also der Kreuzungspunct der Linien mit dem Drehpuncte des Auges zusammen. Durch Drehung des Brettes lässt sich ausserdem constatiren, ob für die Bewegungen des Auges in allen Richtungen derselbe Drehpunct gelte.

Zur Bestimmung der Lage des Drehpunctes benutzte Volkmann die lineare Grösse des Raumes, den das Pupillarcentrum bei einer Drehung des Auges um eine gewisse Zahl Grade durchläuft.

Aehnlich soll nach Woinow die Methode Schljachtin's [2]) sein, die 1866 im Russischen veröffentlicht wurde.

Woinow [3]) benutzte statt der Striche und Nadeln zwei Lineale, von denen der eine doppelt so hoch war als der andere und theilte sie durch senkrecht auf ihre Länge gezogene, parallele Linien in gleiche Theile, welche auf dem niedrigeren Lineale gerade halb so weit von einander entfernt waren, als auf dem höheren. Die Lineale wurden parallel hintereinander auf einem Tische aufgestellt, der höhere hinter dem niedrigen. Letzteren verschob er nun so lange, bis bei allen Bewegungen des Auges in der Ebene der Lineale die Theilstriche des vorderen mit denen des hinteren Lineals zusammenfielen. Hat man diese Stellung gefunden, dann ist also der Drehpunct des Auges gerade so weit vom vorderen Lineale entfernt, als dieser vom hinteren.

Um den Abstand des Drehpunctes von dem Cornealscheitel zu messen, stellte Woinow zur Seite des untersuchten Auges ein Fernrohr auf und richtete dieses in dem Momente auf den im Profil gesehenen Cornealscheitel, wann die Linien dem untersuchten Auge zusammenzufallen schienen, der Drehpunct sich also an der angegebenen Stelle befand. Darauf liess er den Untersuchten sich entfernen und bewegte da, wo das Auge früher gestanden hatte, eine senkrechte Nadel so lange hin und her, bis sie auch für das Fernrohr eingestellt war. Dann befand sie sich also an dem früheren Orte des Cornealscheitels. Kennt man aus dem ersten Experimente die Entfernung des Drehpunctes vom I. Lineale, aus dem zweiten die Entfernung des Hornhautscheitels vom I. Lineale, so gibt die Subtraction der

---

1) Volkmann, Berichte der k. sächs. Gesellsch. der Wissensch. 6. Febr. 1869. Zur Mechanik der Augenmuskeln.

2) Schljachtin, Dissertat. inaug. Moscau 1866. Russisch.

3) Woinow, Arch. f. Ophth. XVI. 1. pag. 243.

zweiten von der ersten Entfernung die Entfernung des Drehpunctes von dem Hornhautscheitel.

In ähnlicher Weise, wie die zwei Lineale, verwandte Woinow auch zwei in gewisser Entfernung von einander aufgestellte durch ausgespannte Faden gebildete Coordinatensysteme von entsprechender Grösse. Er fand auf solche Weise den Drehpunct bei allen Bewegungen des Auges am gleichen Orte, und zwar 13,97 Mm hinter der Cornea.

E. Berlin [1]) suchte den Drehpunct nach dem gleichen Principe zu bestimmen, wie einst Volkmann (Neue Beiträge etc.). Er mass die scheinbare perspectivische Verschiebung, welche zwei ungleich weit vom Auge entfernte Objecte, die sich beim directen Visiren decken, eingehen, wenn man das Auge dreht, d. h. dieselben Objecte indirect visirt. Freilich bediente sich Berlin hiezu einer genaueren Methode, welche ihm das indirecte Visiren erleichterte. Er bestätigte auf solche Weise im Allgemeinen die Resultate von J. J. Müller. Er findet nämlich die Entfernung des Drehpunctes von der Cornea: bei horizontaler Blickebene in seinem *L.* Auge = 14,41 Mm., im *R.* = 14,66 Mm.; bei um 22° gehobener Blickebene im *L.* Auge = 14,81 Mm., im *R.* = 14,80 Mm.; bei um 20° gesenkter Blickebene im *L.* Auge = 14,32 Mm., im *R.* = 14,19 Mm.

§ 91. **Die Bestimmung der monoculären Augenbewegungen.** Der rationelle Ausdruck für die Augenbewegung liegt in einem Bogen, dessen Centrum dem Drehpuncte des Auges entspricht.

Zur Messung dieses Bogens kann man den Perimeter benutzen. Man verdeckt das eine Auge. Während das zu untersuchende Auge im Centrum des Perimeters steht, lässt man ein Object fixiren, das man langsam auf dem Bogen hinführt. Dann gibt der Theilstrich des Bogens, bis zu welchem das Auge noch fixiren kann, den Grad der möglichen Excursion an. Auf diese Weise lässt sich die Beweglichkeit in allen Richtungen prüfen.

Diese Methode ist aber ungenau, denn bei starker Drehung des Auges ist es schwer zu sagen, ob man einen bestimmten Punct noch mit der Macula lutea oder mit einer ihr benachbarten Stelle der Retina sieht, und objective Controlmessungen ergeben, dass man auf diese Weise die Excursion regelmässig zu gross findet. Genauer wird die Messung schon, wenn man als Fixirobject Druckschrift benutzt, die nur mit der Fovea centralis entziffert werden kann.

Eine viel bessere Methode ist diejenige, mit welcher Hering [2]) den Blickraum des Doppelauges bestimmt hat, und die sich auch für ein einzelnes Auge verwerthen lässt: Man stellt parallel zur Verbindungslinie der Drehpuncte eine verticale Glastafel auf, durch welche man nach einem farbigen Objecte sieht. Nach langer Fixation desselben entsteht ein positives Nachbild in der Fovea centralis. Hierauf lässt man das Auge eine maximale Excursion machen und markirt den Punct auf der Glastafel, wobin dabei das Nachbild fällt.

Es kommt aber dabei in Betracht, dass bei forcirten Stellungen des Auges das Nachbild sehr an Schärfe verliert.

---

1) Dr. E. Berlin in Palermo, Beitrag zur Mechanik der Augenbewegungen. Arch. f. Ophth. XVII. 2. pag. 154. 1871.

2) Hering, Binoculäres Sehen. pag. 43.

Bei der Bestimmung der Excursion nach innen verhindert die Nase die Fixation.

Diese Nachtheile alle vermeidet die Methode von Donders und Schuurman [1]).

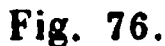
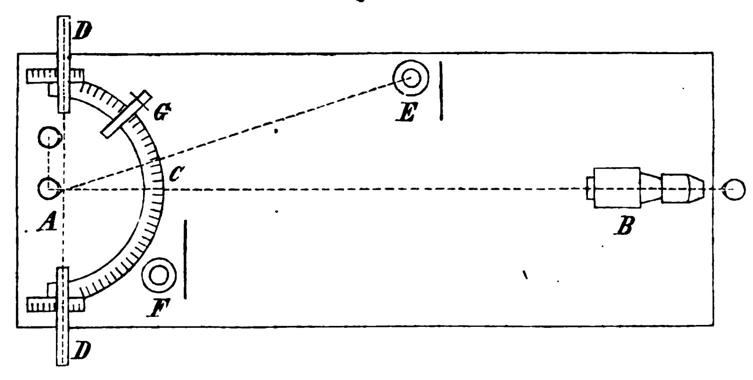


Fig. 76.



Der Kopf wird in den Ausschnitt eines horizontalen Brettes *AB* (Fig. 76) gebracht. Zu seinen beiden Seiten befinden sich daran zwei senkrecht auf die Länge des Brettes und in einer Linie liegende, kleine Fernröhren, *DD*, welche auf die Cornealscheitel beider Augen eingestellt sein müssen, wenn die Verbindungslinie der Drehpuncte senkrecht zur Axe des Brettes steht. Das zu messende Auge *A* befindet sich in der Mitte zwischen den beiden Fernröhren und im Mittelpuncte eines graduirten Halbkreises. Ihm gegenüber in *B* steht das Ophthalmometer und seitwärts vom Auge eine Flamme *F*, welche dasselbe beleuchtet.

Man weist nun den zu Untersuchenden an, so viel wie möglich zur Seite zu sehen und stellt dann eine zweite Flamme *E* so, dass ihr Reflexbild, durch das Fernrohr des Ophthalmometers gesehen, gerade auf dem Cornealrande erscheint. Behufs grösserer Genauigkeit kann man auch durch Drehung der Ophthalmometerplatten das Reflexbild, das man in der Nähe des Cornealrandes entstehen lässt, so weit verdoppeln, dass das eine der beiden Bilder gerade auf das andere Doppelbild des Cornealrandes fällt. Hierauf lässt man das Auge bei leichter Drehung des Kopfes um seine verticale Axe, einem Objecte *G* folgen, das man so weit auf dem Gradbogen verschiebt, bis die Cornealreflexbilder im Ophthalmometer wieder die gleiche Stellung haben wie vorher. Dann gibt die Stellung des Objectes den Grad der maximalen Excursion an, welche das Auge beim ersten Versuche gemacht hatte.

Auf diese Weise fand Schuurman die mittlere Excursion eines Auges: bei Emmetropen nach innen = 45°, nach aussen = 42°, nach oben = 34°, nach unten = 57°; bei Myopen, proportional dem Grade ihrer Myopie, geringer, im Durchschnitt nach innen = 41°, nach aussen 38°; bei Hypermetropen wenig von Emmetropie verschieden, und zwar als Mittel aus zehn Fällen nach innen 47°, nach aussen 38°.

---

1) Schuurman, Vergelijkend onderzoek der bewegingen van het oog. Acad. Proefschrift. Utrecht 1863. pag. 35.

Die Rotationen, welche ein Auge um seine Gesichtslinie zu machen im Stande ist, kann man in der Weise prüfen, wie HERING das Blickfeld bestimmt. Man ruft das Nachbild einer senkrechten Linie hervor, bringt dann an Stelle des Objectes einen schwarzen Faden und sucht, wie schief man diesen richten kann ohne dass das Nachbild sich mit ihm kreuzt. Oder aber man nimmt zu diesen Messungen am besten das andere Auge, resp. das binoculare Sehen, zu Hülfe:

Vor das zu untersuchende Auge bringt man zwei rechtwinklige, gleichschenklige Glasprismen. Ihre brechenden Kanten stehen horizontal und senkrecht zur Gesichtsaxe aber in entgegengesetzter Richtung zu einander, die Hypothenusenflächen einander parallel. Alle Gegenstände erscheinen durch zwei solcher Prismen in unveränderter Lage und Stellung. Dreht man ein Prisma aber um die Gesichtslinie als Axe, so wird die durch das andere hervorgebrachte Umkehrung der Gegenstände nur mehr theilweise aufgehoben, und es bleibt eine Drehung derselben, die doppelt so gross ist als der Winkel, um welchen man das Prisma gedreht hat. Sieht man mit beiden Augen nach einem Objecte und bringt vor das eine diese Prismencombination, so kann man leicht finden, um welchen Winkel man das Prisma und mit ihm das Auge drehen kann, ohne eine Störung im binocularen Sehen wahrzunehmen (HELMHOLTZ, HERING).

Viel einfacher noch kommt man zu demselben Resultate mit Hülfe des Stereoscopes: Für jedes Auge bringt man in dem Stereoscop als Object eine verticale Linie an, und, während dieselben binocular vereinigt werden, prüft man um wie viele Grade sich die eine drehen lässt, ehe die Verschmelzung zu einer Linie aufhört (HERING).

Die mögliche Rotation eines Auges beträgt nur wenige Grade und hängt theilweise von der Uebung ab.

§ 92. **Bestimmung der binoculären Bewegungen.** Aus den Bewegungen der einzelnen Augen lassen sich diejenigen der beiden Augen zusammen, des Doppelauges nach HERING, nicht direct ableiten.

Das Princip der Stellung und Bewegung der beiden Augen ist das binoculäre Einfachsehen mit der Fovea centrals; d. h. die Augen müssen jeder Zeit so stehen, dass die von der Fovea jedes Auges ausgehenden Richtungsstrahlen sich in dem fixirten Puncte schneiden.

Die Gesammtheit der Puncte also, welche bei gleich bleibender Stellung des Kopfes noch binocular fixirt werden können, bildet den gemeinschaftlichen Blickraum der beiden Augen. HERING misst denselben in gleicher Weise, wie den Blickraum des einzelnen Auges, d. h. mit der verticalen Glastafel, auf welcher die Puncte verzeichnet werden, welche noch binocular fixirt werden können. Dabei zeigt sich, dass das binoculare Blickfeld kleiner ist, als das Feld, welches beiden Gesichtslinien einzeln zugänglich ist.

Ebenso verschieden von denen der einzelnen, sind die Bewegungen, welche die beiden Augen zusammen im gleichen Sinne ausführen können.

Die stärkste gemeinschaftliche Contraction beider Interni — Maximum der Convergenz — wird bestimmt durch den nächsten in der Mittellinie zwischen beiden Augen gelegenen Punct, welchen diese noch gemeinschaftlich einfach sehen.

Die gleichzeitige Anstrengung beider Recti externi, Divergenz, bestimmt man mit Hilfe eines Prismas, das mit der brechenden Kante nach aussen, vor ein Auge gehalten wird. Das stärkste Prisma, durch welches auf diese Weise ein ferne gelegener Punct noch einfach gesehen wird, gibt den maximalen Grad der Divergenz an, und zwar ist diese ungefähr halb so stark, als der brechende Winkel des Prismas.

Als Object benutzt man zu all diesen Untersuchungen am besten eine ruhig brennende Kerzenflamme, und erleichtert das Urtheil über Einfachsehen durch ein Farbenglas, das man vor das eine Auge hält.

Dies Maximum der Convergenz liegt für normale, emmetropische Augen etwa in 3″ = 8,12 Cm. (SCHUURMAN, v. GRAEFE, DONDERS). Für Myopen ist dieser Punct nicht so allgemein gültig zu bestimmen, bei den einen liegt er näher, bei andern ferner als bei Emmetropen. Dasselbe gilt von Hypermetropen.

Die grösstmögliche Divergenz bei Emmetropie ist im Mittel 4° Prisma, und zwar ohne den Winkel α, nach welchem die Hornhautaxen bei parallelen Gesichtslinien schon 10° divergiren können. Bei Myopen beträgt die Divergenz mehr als bei Emmetropen, ca. 5° 8′; bei Hypermetropen ca. 2° 8′ (SCHUURMAN).

Störungen in der Function der Augenmuskeln werden sich geltend machen in der Stellung und in der Bewegung der Augen.

Die abnorme Stellung des Auges — das Schielen — kann man objectiv und subjectiv bestimmen. In allen Fällen muss man dabei ausgehen von der oben definirten Primärstellung.

§ 93. **Bestimmung des Schielens.** Weist man das Individuum an, gerade aus und möglichst in die Ferne zu sehen, so wird abnorme, von der parallelen abweichende Richtung eines Auges sofort auffallen. Erst hat man dann in oben angegebener Weise zu eruiren, in wie weit dieselbe von dem Winkel α abhängig sei.

Sind nicht nur die Hornhautaxen, sondern die Gesichtslinien nicht beide auf das Object eingestellt, so nennen wir diese Abweichung Schielen, und Schielwinkel den Winkel, welchen die Gesichtslinie des abgewichenen Auges mit der Richtung macht, welche sie haben sollte.

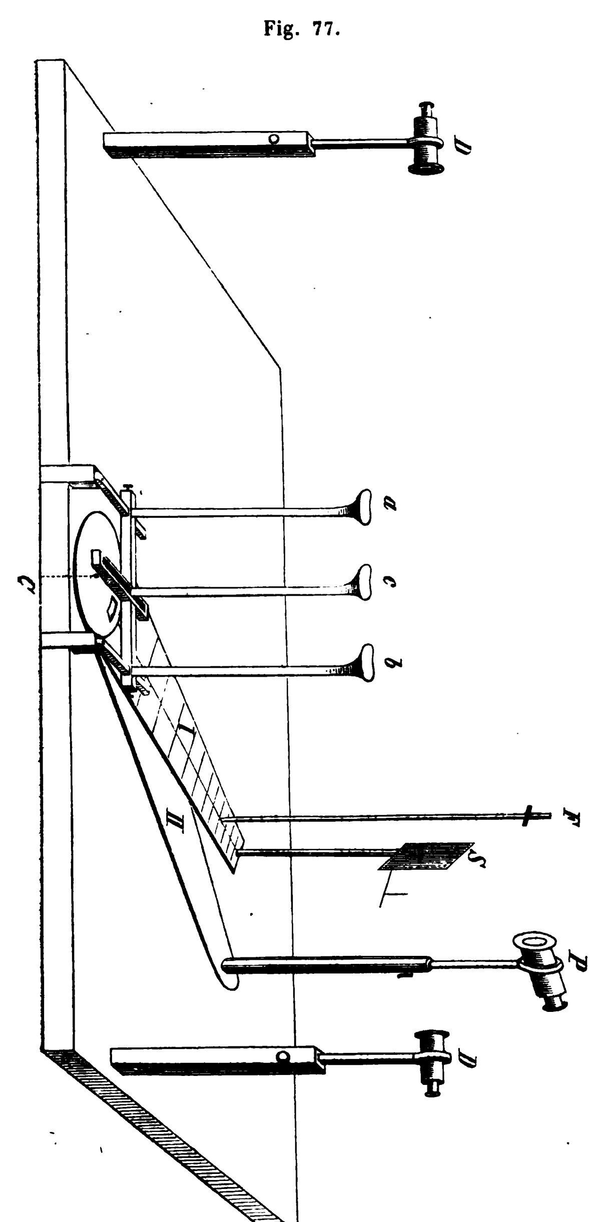
Wir bestimmen den Schielwinkel erst in der Primärlage, d. h. bei gerade gestelltem Kopfe, und gerade aus gerichtetem gesunden Auge.

Man kann dazu einen Perimeter benutzen, über dessen Centrum man das kranke Auge bringt. Dabei sieht das gesunde über den Bogen hinweg nach einem sehr fernen Puncte, welcher in der Verlängerung der durch das Centrum und den Scheitel des Bogens gedachten Linie liegt. Das kranke Auge sollte in diesem Falle gerade auf den 0-Punct des Bogens gerichtet sein. Seine Abweichung bestimmt man auf gleiche Weise, wie den Winkel α, d. h. mit einem Lichte, das man auf dem Bogen hinschiebt, während man seinen Bewegungen mit dem Auge folgt. Der Punct, in welchem das Reflexbild gerade in der Mitte der Cornea erscheint, gibt die totale Abweichung des Auges an. Um den Schielwinkel allein zu erhalten, muss man bei positivem Winkel α und Divergenz diesen davon subtrahiren; bei Convergenz addiren. Umgekehrt bei negativem Winkel α[1]).

2) JAVAL, Ann. d'oc. T. LXV. pag. 123. 1871.

Ist das abgewichene Auge so sehschwach, dass man den Winkel α nicht bestimmen kann, so bestimmt man ihn auf dem andern Auge und bringt diesen in Rechnung, da die Winkel auf beiden Augen gewöhnlich nicht viel differiren, wenn nicht Anisometropie besteht.

Fig. 77.



Kommt es darauf an, den Schielwinkel, ohne Anspruch auf grosse Genauigkeit, rasch zu bestimmen, so benutzen wir dafür einen kleinen graduirten Halbkreis. Der dem Durchmesser des Halbkreises entsprechende Rand ist so ausgeschnitten, dass, wenn er horizontal an das untere Lid angedrückt wird, das Centrum des Halbkreises ungefähr unter den Drehpunct des Auges zu liegen kommt. Bringt man den mit 0 bezeichneten Radius des Bogens in die Richtung des zu fixirenden Objectes, so kann man ablesen, um wie viele Grade ungefähr die Augenaxe, resp. der Hornhautscheitel abweicht.

Um den Grad des Schielens beim Sehen auf verschiedene Abstände, und in verschiedenen Richtungen, in einfacher Weise, mit genügender Genauigkeit zu bestimmen, empfehlen wir SNELLEN's O p h t h a l m o t r o p o m e t e r (Fig. 76).

Dieses Tropometer besteht der Hauptsache nach aus zwei Armen *I* und *II*, die um den Punct *C* über einander hin drehbar sind. Der Arm *I* wird in die Richtung gebracht, in welcher das Auge s e h e n soll. Der Arm *II* dagegen wird so gestellt, dass er die Richtung angiebt, in welcher das Auge w i r k l i c h sieht. Der Winkel, den diese beiden Arme einschliessen, wird an einer kreisförmigen Scala, die mit dem einen Arm verbunden ist, mittelst einer Noniustheilung abgelesen, welche der zweite Arm trägt. Damit

der Winkel, den diese beiden Arme bilden, jeweilen mit dem Schielwinkel übereinstimme, muss der Punct C, um welchen sich die beiden Arme drehen, senkrecht unter den Drehpunct des schielenden Auges gestellt werden. Zu diesem Zwecke geht von dem Puncte C eine verticale Stange nach aufwärts, gegen deren oberes Ende c der untere Orbitalrand angelehnt wird. Zu beiden Seiten von dieser befindet sich eine entsprechende Stange a und b, welche zum Stützpunct des anderen Orbitalrandes dienen soll, je nachdem die Abweichung des rechten oder des linken Auges untersucht wird. Diese drei Stangen können gemeinschaftlich nach vorne oder hinten verschoben werden; die mittlere auch für sich allein; — dies letztere für den Fall, dass eine Asymmetrie der beiden unteren Orbitalränder besteht.

Der Kopf muss nun so lange nach vorn und hinten, oder nach rechts und links verschoben werden, bis sich der Drehpunct des Auges genau vertical über dem Mittelpunct C des Apparates befindet. Da das jedesmalige Verschieben des Kopfes einige Schwierigkeit darbietet, verdient eine spätere Abänderung bei Weitem den Vorzug, wobei das ganze Brett mit den beiden drehbaren Armen seitlich und nach vorn und hinten verschoben werden kann, unabhängig von den Stangen, welche zum Stützpuncte für die beiden Infraorbitalränder dienen. Man hat alsdann den Mittelpunct des Apparates unter den Drehpunct des Auges zu bringen, während dabei der Kopf des Untersuchten unbeweglich angelehnt bleibt. Die beiden seitlichen kleinen Fernröhren D und D dienen dazu, zu controliren, ob der einmal gut gestellte Kopf nicht den Platz oder die Richtung ändere.

Um sich zu vergewissern, dass das untersuchte Auge wirklich mit seinem Drehpuncte über dem Mittelpuncte des Apparates stehe, lässt man das Auge das Centrum des Fernrohres P fixiren und überzeugt sich — indem man aus verschiedenen Richtungen durch dieses Fernrohr sieht — ob die Pupille sich dabei stets in der nämlichen Weise dem Fernrohr gegenüber befinde.

Der Arm I wird also die Richtung angeben, in welcher das abgewichene Auge sehen muss, wenn das andere sich auf einen Punct der Stange F richtet, die längs des Armes I verschoben werden kann oder auf einen ferner gelegenen Punct, der sich in der Verlängerung des Armes I befindet. Letzterer kann demzufolge in dem unter einem Winkel von 45° stehenden Spiegelchen S, längs eines dazu angebrachten Visires, fixirt werden. Wenn das untersuchte Auge noch ausreichend scharf sieht um zu fixiren, so ist der gesuchte Stand des Armes II leicht zu finden, wenn man nämlich untersucht, bei welchem Stande des Fernrohrs das abgewichene Auge, ohne sich zu bewegen, die Mitte der Oeffnung desselben fixirt, während das zweite Auge geschlossen ist.

Wenn das Sehvermögen zur Fixation nicht ausreicht, und man auf diese Weise die Gesichtslinie nicht bestimmen kann, so ist man auf die objective Bestimmung der Augenaxe angewiesen. Man überzeugt sich durch das Fernrohr, wann die Oeffnung desselben auf der Mitte der Cornea gespiegelt wird. Das Fernrohr muss dazu hell beleuchtet werden. Bequemer noch erreicht man denselben Zweck, wenn man gerade über dem Fernrohre eine Flamme anbringt und deren Spiegelung beobachtet. Man überzeugt sich leicht, und mit zureichender Genauigkeit, wann das Spiegelbild sich der Pupillenmitte gegenüber befindet. Da jedoch die Pupille bisweilen mehr oder minder excentrisch ist, so erreicht man auf diese Weise keine sehr grosse Genauigkeit.

Zur genaueren Bestimmung der Cornealmitte wäre auch hier das Helmholtz'sche Ophthalmometer zu benutzen. Wo dieses nicht zur Verfügung steht, bediene man sich folgender einfacherer Einrichtung: Vor dem Objective des Fernrohres werden zwei über einander stehende Prismen von gleichem Grade so angebracht, dass ihre Trennungslinie mit dem Durchschnitte des Fernrohres in einer Ebene liegt. Ihre brechenden Kanten sind umgekehrt gerichtet, und ihre Stärke so gewählt, dass durch beide zusammen, auf die Distanz des Fernrohres gesehen, die Cornea ungefähr verdoppelt erscheint. Durch eine kleine Vor- und Rückwärtsbewegung der Prismen lassen sich dieselben auf genaue Verdoppelung einstellen. Man sucht nun durch Drehung des Armes II, in welcher Richtung

die Cornea am breitesten erscheint, die Prismen also zur Verdoppelung ihres Bildes am weitesten müssen zurückgeschoben werden. Dies ergiebt die Richtung, in welcher man sich der Cornealmitte gegenüber befindet.

Wo genügende Sehschärfe besteht, also auch die Gesichtslinie angegeben wird, lässt sich auf diese Weise gleichzeitig der Winkel α bestimmen.

Bei Convergenz, und beim seitlichen Sehen, kann die Nase hinderlich werden. In diesem Falle setze man ein starkes Prisma, mit der brechenden Kante nach der Medianlinie zu, in einer am Apparate bestimmten Entfernung und Stellung zum untersuchten Auge, vor dasselbe, und bestimme dann die Richtung des Auges durch das Prisma hindurch in gleicher Weise, wie ohne dasselbe. Die Ablenkung durch das Prisma muss dann nach einer zuvor festgestellten Tabelle, bei der damit gefundenen Richtung in Rechnung gebracht werden.

Ist das Auge all zu viel nach Innen abgewichen, dann muss man das Fernrohr erst auf den äussern Cornealrand einstellen, und hernach durch eine zweite Beobachtung, zu welcher das Auge mehr nach Aussen gebracht wird, den Winkel bestimmen, welchen der Rand der Cornea, vom Drehpuncte aus, mit ihrem Centrum einschliesst. Die Summe beider Winkel giebt dann den Schielwinkel.

Dies Instrument kann demnach sowohl dazu dienen, den Schielwinkel, als auch die Bewegungen der Augen zu messen. Es lassen sich damit aber auch der Drehpunct und der Winkel α bestimmen.

Die Methoden, die Abweichung eines Auges durch eine lineare Grösse auszudrücken, sind alle ungenau.

Selbst wenn es möglich wäre, die lineare Verschiebung des Punctes, wo die Gesichtslinie die Cornea schneidet, genau zu messen, so könnte man doch daraus den Schielwinkel nicht finden, so lange die Entfernung des Punctes, von dem aus man die Verschiebung gemessen, von dem Drehpuncte unbekannt ist, da der Schielwinkel aus der Division der erstern durch die letztere, d. i. seinen Sinus, bestimmt wird.

Die Instrumente, sogenannte Strabometer, welche man früher zur Messung der linearen Abweichung eines Auges construirt hat, erwähnen wir nur kurz. Der einfachste ist der von Laurence: eine kleine an einem Stiel befestigte Holzplatte von der Länge und Krümmung des untern Lides, an welches sie angelegt wird. Da ihr oberer Rand eingetheilt ist, so kann man ablesen, um wie viel die Pupillenmitte des fraglichen Auges von der Mitte des untern Lides resp. von dem Puncte abweicht, über welchem sie beim Geradeaussehen stehen müsste. Da die Strabometerplatte gebogen ist, aber nicht vom Drehpuncte des Auges aus, so findet Laurence auf diese Weise weder die reine lineare, noch die Winkelgrösse der Ablenkung.

Der Strabomètre binoculaire von Galezowski[1]) besteht aus einem horizontalen eingetheilten Stabe, der mit einer, in seiner Mitte befindlichen Handhabe über die beiden *Orbitae* an die Stirne angelegt wird. An beiden Enden des Stabes befinden sich Schrauben, mit denen sich zwei kleine Senkel hin- und herschieben lassen. Steht die Mitte des Instrumentes in der Mitte zwischen beiden Augen, so gibt der Theilstrich, von welchem aus der Senkel über die Mitte einer Pupille herabhängt, die Distanz derselben von der Medianlinie an, und die Differenz in den Entfernungen der einen und der andern Pupillenmitte von derselben die lineare Grösse der Abweichung des einen Auges.

Ist man ein wenig geübt, so bestimmt man die lineare Grösse von blossem Auge eben so genau, als mit diesen Instrumenten.

---

1) Ann. d'Oculistique. LXI. p. 169. 1869.

Zur **subjectiven Bestimmung** des Schielens ist es vor Allem nöthig, dass beide Augen mit dem gelben Flecke sehen, und keine derartige Differenz in dem Visus derselben bestehe, dass das eine vom Sehacte ausgeschlossen werde. Grosse Differenzen in der Refraction wird man also durch Correctionsgläser ausgleichen.

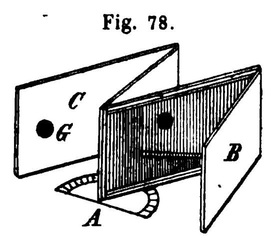
Die einfachste subjective Methode ist die, ein farbiges Glas vor das bessere Auge zu halten und beide nach einer entfernten Flamme, gerade aus sehen zu lassen. Wenn die Abweichung nicht zu gross ist und beide Augen genügende Sehschärfe haben, so gelingt es gewöhnlich, Doppelbilder zu erhalten; namentlich, wenn man durch abwechselndes Verdecken des einen und des andern Auges auf die beiden Bilder aufmerksam macht. Aus der linearen Distanz der Doppelbilder und der Entfernung des Lichtes vom Auge könnte man den Winkel der Abweichung berechnen. Jedoch sind die Angaben der Patienten gewöhnlich zu unsicher und man benutzt zur Bestimmung des Winkels besser das Prisma, welches vor ein Auge gehalten, die Diplopie hebt.

Um nicht alle Prismen des Brillenkastens hinter einander durchprobiren zu müssen, kann man sich mit Vortheil des von Herschel zuerst gebrauchten Doppelprismas bedienen, welches der Optiker Crétès in Paris [1]) in sehr practischer Form construirt hat. Bringt man zwei gleich starke Prismen in entgegengesetzter Richtung über einander, so heben sie sich in ihrer Wirkung auf. Dreht man aus dieser Stellung jedes um 90°, so dass also die beiden brechenden Kanten in die gleiche Richtung zu stehen kommen, so summirt sich ihre Wirkung. Bei dieser Drehung durchläuft also das Doppelprisma alle Werthe der Ablenkung von 0° bis zur Summe der beiden Prismen.

Da die Diplopie dadurch zu Stande kommt, dass die vom fixirten Puncte ausgehenden Strahlen im abgewichenen Auge sich auf einem andern Puncte als der Macula lutea vereinen, so wird derselbe auch gewöhnlich dahin projicirt, woher die Strahlen kommen müssten, wenn sie bei normalem Stande des kranken Auges dieselbe Stelle treffen würden. Daher stehen im Allgemeinen die Doppelbilder gerade umgekehrt wie das abgewichene Auge, d. h. man findet gekreuzte Doppelbilder bei *Strabismus divergens*, gleichseitige Doppelbilder bei *Strabismus convergens*. Ausnahmsweise kommt aber auch eine umgekehrte Projection vor.

Nach lang dauerndem Schielen bildet sich bisweilen eine neue fixirende Retinalstelle, wobei dann gerade durch corrigirende Prismen oder durch die Schieloperation Diplopie entsteht.

Fig. 78.



Es kommt auch vor, dass bald mit der Macula, bald mit der sie vertretenden Retinalpartie gesehen wird. Dann erschwert die abwechselnde Projection die Prüfung auf Diplopie ausserordentlich.

Javal [2]) empfiehlt zur subjectiven Bestimmung des Schielwinkels das Stereoscope à charnière, Spiegelstereoscop (Fig. 78).

An einer verticalen Charniere *A* (Fig. 78) drehen sich zwei Spiegel, von denen jeder an seinem andern Ende unter einem Winkel von 45° mit einer Tafel *B* und *C* fest ver-

1) Ann. d'Oculistique. Vol. LXVII. p. 62. 1872.
2) Ann. d'Oculistique. T. LIV. p. 14.; T. LXV. p. 124.

bunden ist. Auf der Innenseite der letzteren bringt man die Fixationsobjecte (*G*) an, welche von den Spiegeln reflectirt werden. Sieht nun ein Beobachter mit dem einen Auge nach dem einen, mit dem andern nach dem andern Spiegel, so kann er bei richtiger Wahl des Winkels *A* zwischen diesen, die beiden Bilder stereoscopisch vereinigen.

Ist dieser Winkel = 90°, so müssen die Augen parallel stehen, ist er grösser, so müssen sie divergiren, ist er kleiner, convergiren, um binoculär zu sehen. So lässt sich die Stellung der Spiegel aufsuchen, bei welcher jedes Auge auf eines der Bilder gerichtet ist, und der dazwischen liegende Winkel an einem Gradbogen ablesen. Es ist freilich selten, dass Schielende, auch wenn ihre Augen richtig eingestellt werden, binoculär sehen.

Javal machte den Vorschlag, den Grad des Strabismus auszudrücken durch die Entfernung des Punctes von dem gesunden Auge, wo sich die Gesichtslinien schneiden. Dieses Auge muss dabei geradeaus gerichtet und die Accommodation nicht angestrengt werden. Man würde dem Strabismus convergens das Zeichen +, dem divergens das Zeichen — geben, und also schreiben $S = + \frac{1}{30}$ wenn sich die Gesichtslinien 30 Cm. vor dem Auge oder $- \frac{1}{30}$, wenn sich ihre gedachten Verlängerungen 30 Cm. hinter dem Auge schneiden. Wenn keine Abweichung vorhanden ist, würde man schreiben $S = \frac{1}{\infty}$.

Auf diese Weise aber erhält man nicht den Schielwinkel, sondern seinen Cosinus, welcher in anderem Verhältniss zunimmt, als der Winkel selbst. Ausserdem wird hierbei die Distanz zwischen beiden Augen als constant vorausgesetzt.

Richtig ist die Bemerkung Javal's, dass man eine Verbindung sollte herstellen zwischen den vier Arten der Strabismus-Messung: der linearen, der prismatischen, derjenigen mit dem Winkel und mit Distanzbestimmung des Kreuzungspunctes der Gesichtslinien. Als Beispiel gibt er an, dass ein Strabismus von 1‴ entspricht einem Prisma von 20°, einem Winkel von 10° und einer Entfernung des Kreuzungspunctes der Gesichtslinien von 1′. All diesen Reductionen aber ist man enthoben, wenn man sich allgemein der einzig richtigen Methode bedient, den Grad des Schielens durch den Abweichungswinkel auszudrücken.

Zeigt sich ein Auge gerade nach oben oder unten abgewichen, so benutzt man zu dessen Prüfung den Perimeterbogen oder den Tropometer in verticaler Stellung.

Intermediäre Abweichungen zerlegt man am besten in eine horizontale und eine verticale Componente. Dies gilt namentlich auch für die Prüfung mit Doppelbildern. Man erleichtert dadurch dem Patienten die Angaben sehr, wenn man erst die eine, dann die andere Abweichung corrigirt. Ausserdem ist diese Bestimmungsmethode für die operative Behandlung am vortheilhaftesten, da man intermediäre Abweichungen auch durch combinirte Correction der Höhen- und der Seitenwendung hebt.

Hat man die relative Stellung beider Augen beim Sehen in die Ferne bestimmt, so prüft man dieselbe beim Fixiren näher gelegener Puncte.

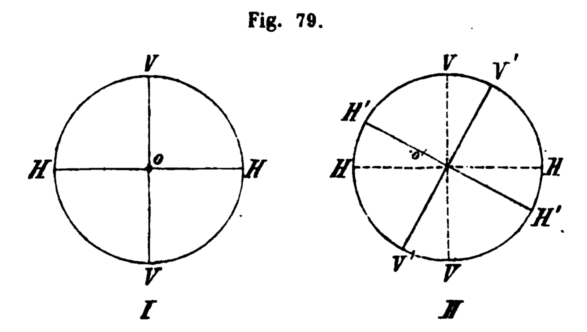
Hierauf geht man über zur Prüfung der anderen Theile des Blickfeldes, immer für verschiedene Distanzen, wenigstens für einen fernen und einen näheren Punct. Dabei beobachtet man, ob der Schielwinkel zunimmt oder abnimmt oder gleich bleibt.

Immer hat man Seitenwendung, Höhenabweichung und Drehung des Auges um seine Axe zu beachten. Letztere freilich wird der objectiven Prüfung nur unvollkommen zugänglich sein, und, bei noch vorhandener Sehkraft des schie-

lenden Auges, deutlicher durch die Schiefstellung des Doppelbildes sich geltend machen. Hierbei scheint häufig die Projection der Doppelbilder nicht mit dem Stande des Auges übereinzustimmen. Besteht z. B. eine beträchtliche Drehung des Auges um seine Axe, dann können Bilder von höher oder tiefer gelegenen Objecten auf die entgegengesetzte Hälfte der Retina fallen, als sie bei senkrechtem Stande der verticalen Meridiane gefallen wären, und werden auch demgemäss projicirt. Während z. B. bei Trochlearislähmung, wegen des Höherstandes des kranken Auges, das ihm entsprechende Doppelbild nach unten von dem des gesunden Auges projicirt wird, so rückt es bei sehr weit nach unten gerichtetem Blicke über dasselbe.

Alfred Gräfe [1]) erklärt diese Erscheinung folgendermassen:

Fig. 79.



Ist (Fig. 79 *I*) das gesunde Auge mit einem verticalen Meridian *VV* und horizontalen *HH*, so ist beim Blick nach unten *V'V'* und *H'H'* die Stellung der entsprechenden Meridiane im kranken Auge *II*, denn es weicht dabei nach innen und oben ab. Während nun das Bild eines Objectes in *I* auf die *Macula lutea o* fällt, so kommt es in *II* nach *o'* zu liegen. Dieser Punct aber befindet sich, obschon über der Horizontalen, also über *o*, doch unter dem schief gestellten horizontalen Meridiane des kranken Auges, wird also trotzdem nach oben projicirt. Dasselbe kommt auch bei seitlicher Deviation vor (Gräfe l. c. pag. 201).

Was die Schiefstellung der Doppelbilder betrifft, so erfolgt dieselbe natürlich auch im umgekehrten Sinne als die Rollung des Auges, auf welcher sie beruht. Man muss diese Neigung aber immer auf das betreffende Auge beziehen, indem bei convergirendem und divergirendem Schielen dieselbe gerade umgekehrt zum Bilde des andern Auges steht. Es kommt übrigens ausnahmsweise auch vor, dass Patienten, deren eines Auge sicher eine Drehung um die Sagittalaxe erfahren hat, doch keine Schiefheit der Doppelbilder bemerken können.

Ausser diesen Abweichungen des Doppelbildes findet man häufig von den Patienten eine scheinbar nähere oder weitere Entfernung desselben angegeben. Diese Angabe lässt sich vor der Hand noch nicht diagnostisch verwerthen.

Hat man eine abnorme Stellung und Beweglichkeit eines Auges constatirt, so handelt es sich darum, zu bestimmen, ob dieselbe auf Parese oder Contractur beruhe.

1) Alfred Gräfe, Motilitätsstörungen des Auges. p. 108.

Zeigt sich verminderte Beweglichkeit in einer bestimmten Richtung und nimmt das Schielen beim Blicke in dieser Richtung zu, so hat man es mit einer Paralyse zu thun und zwar desjenigen Muskels, der in der Richtung wirkt, in welcher der Ausfall der Beweglichkeit am grössten ist. Das gesunde Auge zeigt unter der deckenden Hand zu gleicher Zeit eine viel bedeutendere secundäre Abweichung.

Dies gibt die Differentialdiagnose zwischen Strabismus concomitans und Muskelparalyse, und bezeichnet zugleich das kranke Auge durch die geringere Secundärablenkung während der Fixation des andern Auges.

Um diese Verhältnisse deutlich darzustellen, kann man das eine Auge jeweilen statt mit der Hand, mit einem matten Glase bedecken. Letzteres schliesst das bedeckte Auge fast vollständig vom Sehacte aus, während es doch noch leicht durch das Glas gesehen werden kann.

In Fällen acuter Paralyse hat man ein treffliches diagnostisches Hülfsmittel in der falschen Projection. Verdeckt man nämlich das gesunde Auge und zeigt dem Patienten ein Object, das etwas nach der Seite seines gelähmten Muskels hin liegt, mit der Aufforderung, dasselbe schnell zu fassen oder mit dem Finger darauf zu stossen, so greift dieser regelmässig daneben vorbei, und zwar nach der Seite der Paralyse hin. Es ist dies die Folge der stärkern Innervation, welche Patient aufwenden muss, um sein Auge nach dem Objecte hin zu richten, weshalb er dasselbe weiter nach der Richtung des erkrankten Muskels hin verlegt.

Die Insufficienz der *Musculi recti interni,* die sich häufig nicht durch objective Symptome, sondern nur subjectiv durch Asthenopie manifestirt, hat man sowohl beim Sehen in die Ferne, als auch beim Nahesehen zu messen, zumal für die Entfernung, in welcher das Individuum gewöhnlich zu lesen pflegt. Um den Drang zum Einfachsehen, welcher die Diagnose stört, möglichst gering zu machen, wählt man als Object einen schwarzen Punct auf weisser Fläche, dessen Bild man durch ein auf- oder abwärtsbrechendes Prisma von ca. 10° verdoppelt.

So werden die Bilder, wenn beide Augen richtig eingestellt sind, in einer verticalen Linie über einander zu stehen kommen, sich aber nie vereinen können. Darum machen auch die Augen keine forcirte Convergenzbewegung und die Insufficienz wird dann ausgedrückt durch das Prisma, welches nöthig ist, um die Doppelbilder senkrecht über einander zu bringen.

Berlin in Stuttgart hat zur Vereinfachung dieser Messungen einen kleinen Apparat angegeben. Dieser beruht darauf, dass, wenn man ein zur Augenaxe senkrecht gestelltes Prisma um erstere dreht, man sich seine Wirkungsweise combinirt denken kann aus Höhenableitung und Seitenablenkung. Steht die brechende Kante des Prismas vertical, so tritt nur die eine-, steht sie horizontal, so tritt nur die andere Wirkungsweise hervor. In den Zwischenstellungen dagegen ist die Seitenablenkung gleich einem Prisma mit Brechungswinkel $= \beta$. Die Tangente der Hälfte dieses Winkels ist gleich dem Product aus dem Sinus des Drehungswinkels (γ) und der Tangente des halben Brechungswinkels des ursprünglichen Prismas (α):

$$tg \frac{\beta}{2} = sin\, \gamma \,.\, tg \frac{\alpha}{2}$$

oder

$$\sin \gamma = \frac{tg \frac{\beta}{2}}{tg \frac{\alpha}{2}}$$

wenn man die Drehung berechnen will, die zur Erreichung eines gewissen Effectes nöthig ist.

BERLIN's Apparat besteht aus einem rund geschliffenen Prisma von 16°, das in einem Ringe drehbar ist. An einem Quadranten des letztern kann man mit Hülfe einer auf dem Prisma markirten Linie dessen Drehung, und auf einer zweiten Scale seine Wirkung in dieser Secundärstellung ablesen.

Natürlich muss das Prisma stets in der geforderten Richtung vor das Auge gehalten werden, und erlaubt keine Drehung über 45°, indem sonst, wegen der zu starken Verringerung der Höhenablenkung, die Fusionstendenz des Patienten die Doppelbilder zur Vereinigung bringen würde. Immerhin gestattet das Prisma, innerhalb der angegebenen Grenzen, eine horizontale Wirkung von 1 bis 12°.

Besser eignet sich zu diesen Bestimmungen das oben beschriebene Doppelprisma von CRÉTÈS, combinirt mit einem Prisma, das Höhenablenkung erzeugt.

§ 94. **Prüfung des binocularen Sehens.** Da das Hauptcharacteristicum des binocularen Sehens der stereoscopische Eindruck ist, den man von körperlichen Objecten erhält, so lassen sich zur Prüfung, ob binocular gesehen wird, Stereoscopenbilder verwenden, besonders solcher Objecte, die man gewohnt ist mit convergirenden Gesichtslinien zu sehen und bei welchen der Eindruck der Tiefendimension deutlich hervortritt. Photographieen von Landschaften genügen hierzu nicht, weil schon für ein Auge allein beim Sehen durch ein Convexglas ein lebendigerer Eindruck entsteht, welcher leicht mit Körperlich-Sehen verwechselt wird. Am besten eignen sich dazu ganz einfache Figuren, welche beim binocularen Sehen entweder erhaben oder vertieft erscheinen.

Zur Prüfung des binocularen Sehens dient also die Wahrnehmung der Tiefendimension. Da diese aber auch noch auf anderem Wege als durch die Combination der perspectivisch verschiedenen Bilder beider Augen zu Stande kommen kann, wie z. B. für ein Auge allein durch Accomodation, Vergleichung mit bekannten benachbarten Distanzen, durch parallactische Verschiebung, zumal mit Hülfe der Augenbewegungen, so muss man, um reine Resultate zu erhalten, hiezu solche Methoden wählen, bei welchen nur das binoculare Sehen massgebend sein kann, jedes andere Mittel zur Schätzung der dritten Dimension aber ausgeschlossen bleibt.

Zu diesen Methoden gehört:

1. Momentane Beleuchtung von Stereoscopenbildern. Diese Methode stammt von AUBERT[1]) und von DONDERS[2]). Der Untersuchte sieht in ein Stereoscop, worin sich zwei für die einzelnen Augen passende Bilder befinden. An entsprechenden Puncten hat jedes der beiden Bilder einen kleinen Nadelstich, welcher von unten her schwach beleuchtet wird und zur Sicherung der Fixation dient. Sonst ist das Innere des Stereoscopes absolut dunkel. Während man nun ruhig fixirt, wird plötzlich durch einen Inductionsfunken das Innere des Stereos-

1) Physiologie der Netzhaut. Breslau 1865. p. 316.
2) Nederl. Arch. voor Genees en Natuurk. Deel II. 3. Afd. 1866. p. 337. und Arch. f. Ophth. XIII. 1. p. 1. 1867.

copes momentan erleuchtet, und man kann angeben, ob man hiebei einen stereoscopischen Eindruck von den Bildern empfangen habe oder nicht.

2) Die Prüfung mit dem electrischen Funken, dessen Ort in einem absolut dunkeln Zimmer [1]) oder einfacher in einem verschlossenen, mit Sammt ausgepolsterten Kasten [2]) beurtheilt werden muss. Zwei Kupferdrähte eines Inductionsapparates mit continuirlich überspringenden Funken bilden den Fixationspunct, jedoch ohne das Innere des Kastens merklich zu beleuchten. An dem Deckel des Apparates lässt sich, innerhalb des Kastens, ein Stück nach vorn und hinten verschieben, welches zwei gegen einander gekehrte Metalldrähte trägt, zwischen denen man einen momentanen Oeffnungsfunken (von einem Ruhmkoffschen Apparate) kann überspringen lassen. Der Beobachtete hat dann anzugeben, ob dieser Funken vor oder hinter dem Fixationspunct aufblitzt.

3) Hering's Fallversuch [3]). Diese Methode ist wohl die beste und einfachste. Sie beruht bekanntlich darauf, dass man, während der Untersuchte durch ein Rohr eine Nadelspitze oder ein anderes isolirtes Object fixirt, vor oder hinter demselben Kugeln herabfallen lässt. Sieht der Untersuchte stereoscopisch, so kann er regelmässig angeben, ob die Kugel diesseits oder jenseits des Fixirpunctes gefallen sei.

Donders hat diese Methode noch zu grösserer Vollkommenheit ausgebildet, indem er bei der Untersuchung 1) den Einfluss der Augenbewegungen ausschloss dadurch, dass er die Zeit, innerhalb welcher die Kugeln das Gesichtsfeld durchlaufen, möglichst kurz machte, 2) die Störung des Urtheils über den stereoscopischen Eindruck, welche aus der verschiedenen Schnelligkeit, mit welcher die Kugeln fallen, oder dem Gesichtswinkel, unter welchem sie erscheinen, hervorgehen kann, eliminirte. Er machte nämlich die Fallgeschwindigkeit der Kugeln im Gesichtsfeld und die Gesichtswinkel derselben für alle Distanzen gleich. Dies so verbesserte Instrument hiess er Ptotostereoscop [4]).

Auf einem festen, auf- und abschiebbaren Fusse befindet sich eine kleine Tischplatte mit dem darauf befestigten Blechrohre zum Durchsehen. Letzteres ist ca. 10 Cm. lang, 10 Cm. breit und 4 Cm. hoch. Die eine Oeffnung ist so ausgeschnitten, dass sie sich leicht dem Gesichte des Untersuchten anschliesst. Ausserdem befinden sich daran zwei Fassungen für Brillengläser. Die andere Oeffnung lässt sich durch zwei senkrecht stehende, bewegliche Schieber bis auf 8 Cm. erweitern oder auch vollkommen schliessen. Die Seiten sind ebenfalls theilweise abgeschlossen, so dass das Gesichtsfeld im Maximum 8,2 Cm. breit und 3 Cm. hoch wird.

An der Tischplatte ist in der Richtung der Sehlinien eine horizontale Stange befestigt. Diese trägt zwei senkrechte Metallstäbe, einen niedrigern, 30 Cm. höher als die Mitte des Gesichtsfeldes, 40 Cm. vom Auge entfernt; einen höhern, die Mitte des Gesichtsfeldes um 120 Cm. überragend, 80 Cm. vor dem Auge. Ihre oberen Enden sind durch eine nach oben concave Metallschiene verbunden. Diese ist so gekrümmt, dass ihr Abstand von der Horizontalen beträgt:

---

1) Donders, De Versl. en Mededeelingen der Koninkl. Academie van Wetensch. afd. Natuurk. 2de Reeks. Deel VI.

2) Donders, Nederl. Arch. voor Genees- en Natuurk. Deel II. 1866. p. 335. und Arch. f. Ophth. XIII. 1. p. 1. 1867.

3) Hering, Arch. f. Anat., Physiol. und wissensch. Medicin. Jahrg. 1865. p. 153.

4) J. E. van der Meulen, Acad. Proefschrift. Utrecht 1873. Stereoscopie bij onvolkomen Gezichtsvermogen.

In 40 Cm.	vor	dem	Auge	=	30 Cm.
» 45 Cm.	»	»	»	=	37,9 Cm.
» 50 Cm.	»	»	»	=	46,8 Cm.
» 55 Cm.	»	»	»	=	56,7 Cm.
» 60 Cm.	»	»	»	=	67,5 Cm.
» 65 Cm.	»	»	»	=	79,2 Cm.
» 70 Cm.	»	»	»	=	91,8 Cm.
» 75 Cm.	»	»	»	=	105,4 Cm.
» 80 Cm.	»	»	»	=	120 Cm.

Diese Curve entspricht den Höhen, von welchen man die Kugeln muss fallen lassen, damit sie das Gesichtsfeld, welches sich mit der Entfernung von der Oeffnung im Tubus erweitert, in gleicher Zeit durchlaufen. Jede Entfernung von 5 zu 5 Cm. ist durch einen schwarzen Strich bezeichnet. Die Zeit, welche die Kugeln brauchen, um das Gesichtsfeld bei 8 Cm. Oeffnung zu durchlaufen ist = 0,033 Sec. Für 3 Cm. = $\frac{1}{20}$ Sec., für 1,5 Cm. = $\frac{1}{40}$ Sec.

Auf der horizontalen Stange lässt sich ausserdem noch der Träger des Fixationsobjectes verschieben. Dieser besteht aus einem auf der Stange beweglichen Ringe, von welchem aus nach oben und unten ein Draht geht. Die Enden desselben sind so umgebogen, dass ein zwischen beiden senkrecht ausgespanntes Haar gerade durch die Mitte des Gesichtsfeldes geht. Als Fixationspunct dient eine an dem Haare befestigte, in der Mitte des Gesichtsfeldes befindliche Perle.

Damit auch der Gesichtswinkel der fallenden Kugeln gleich bleibe, haben letztere verschiedene Grösse, und zwar hat die Kugel, welche in einer Entfernung von 40 Cm. fällt, einen Durchmesser von 12 Mm. Diejenige

für 45 Cm.	Entfernung	=	13,5 Mm.	Durchmesser
» 50 Cm.	»	=	15 Mm.	»
» 55 Cm.	»	=	16,5 Mm.	»
» 60 Cm.	»	=	18 Mm.	»
» 65 Cm.	»	=	19,5 Mm.	»
» 70 Cm.	»	=	21 Mm.	»
» 75 Cm.	»	=	22,5 Mm.	»
» 80 Cm.	»	=	24 Mm.	»

Alle Versuche mit den erwähnten Apparaten ergeben, dass Diejenigen, welche nur ein Auge zum Sehen benutzen, sich ungefähr in der Hälfte der Fälle über die Lage des Funkens, resp. der fallenden Kugel zum Fixationsobjecte täuschen; während vollkommen binocular Sehende immer richtig urtheilen.

Was die Entfernung, bis zu welcher noch binocular gesehen wird, anbelangt, so haben Landolt und Stammeshaus gefunden, dass mit dem eben beschriebenen Apparate und seinen Objecten in 1 Meter Entfernung noch vollkommen sicher geurtheilt wird. In $1\frac{1}{2}$ Meter Entfernung waren noch die Mehrzahl der Angaben richtig, in 2 Meter nur mehr die Hälfte.

4) Bei richtig binoculär sehenden Augen beeinträchtigt die Blendung der einen Macula lutea auch das Sehen mit der andern. Diese Erfahrung benutzte Donders zur Prüfung, ob von schielenden Augen noch Herstellung des binoculären Sehens zu erwarten sei: Man lässt ein Auge verbinden und das andere kurze Zeit in eine vor einem Reflector brennende Magnesiumflamme sehen. So entsteht ein Scotom in diesem Auge. Dann wechselt man die Binde und fordert den Untersuchten auf, mit dem andern Auge zu lesen. Hat derselbe nun auch ein centrales Scotom auf dem nicht direct geblendeten Auge, dann ist es sicher, dass er zugleich beide Maculae zum Sehen benutzen kann, d. h. zum binoculären Sehen fähig ist; stört ihn aber die Blendung nicht, dann wird er trotz richtiger Einstellung der Augen immer nur mit einem Auge fixiren.

Literatur.

F. C. Donders, Over het verband tusschen het convergeren der gezichtsassen en den accommodatietoestand der Oogen. Ned. Lancet. Jaargang 1846—1847. pag. 603.
——, Beitrag zur Lehre von den Bewegungen des menschlichen Auges, in den holländischen Beiträgen zu den anat. und physiol. Wissensch. I. pag. 104—145; 384—386.
——, De aanwending van prismatische glazen tot genezing van Scheelzien, physiologisch getoetst. Ned. Lancet. Jaargang 1847—1848. pag. 233.
——, Ophthalmologische aanteekeningen. Plotseling ontstane verlamming van den oculomotorius van het linkeroog gevolgd door genezing. Ned. Lancet. Jaargang 1850—1851. pag. 416.
——, Ophthalmologische aanteekeningen. Oorzaken van Scheelzien. Ned. Lancet. Jaargang 1850—1851. pag. 268.
——, Zijdelingsche overhelling van het hoofd bij Scheelzien. Ned. Lancet. Jaargang 1850—1851. pag. 713.
A. von Gräfe, Beiträge zur Physiologie und Pathologie der schiefen Augenmuskeln. Arch. f. Ophth. I. 1. pag. 1. 1854.
C. Meisner, Beiträge zur Physiologie des Sehorgans. Leipzig 1854.
G. Meisner, Zur Lehre von den Bewegungen des Auges. Arch. f. Ophth. II. 1. pag. 1. 1855.
A. Fick, Die Bewegungen des menschlichen Augapfels. Zeitschr. f. rationelle Medicin. IV. pag. 801. 1854.
Adolph Schuft, Zur Lehre von der Wirkung und Lähmung der Augenmuskeln. Berlin 1856.
A. von Gräfe, Beiträge zur Lehre vom Schielen und von der Schieloperation. Arch. f. Ophth. III. 1. pag. 177. 1857.
Ruete, Ein neues Ophthalmotrop. Leipzig 1857.
Alfred Gräfe, Klin. Analyse der Motilitätsstörungen des Auges. Berlin 1858.
C. Meisner, Ueber die Bewegungen des Auges nach neuen Versuchen. Zeitschr. f. rationelle Medicin. VIII. 1. 1859.
W. Wundt, Ueber die Bewegungen des Auges. Verhandl. des naturhist.-medic. Vereins zu Heidelberg. 1859.
Giraud-Teulon, Physiologie et pathologie fonctionelle de la vision binoculaire. Paris 1861.
Francesco Rossetti, Della visione binoculare. Venezia 1861.
Albrecht Nagel, Ueber die ungleiche Entfernung von Doppelbildern, welche in verschiedener Höhe gesehen werden. Arch. f. Ophth. VIII. 2. pag. 368. 1861.
W. Wundt, Beschreibung eines künstlichen Augenmuskelsystems zur Untersuchung der Bewegungsgesetze des menschlichen Auges in gesundem und krankem Zustande. Arch. f. Ophth. VIII. 2. pag. 88. 1861.
——, Ueber die Bewegung der Augen. Arch. f. Ophth. VIII. 2. pag. 1. 1861.
F. C. Donders und D. Dojer, Die Lage des Drehpunctes des Auges. Arch. f. d. holländischen Beiträge. III. pag. 560. 1862. — Derde Verslag Gasthuis v. Oogl. pag. 209. 1862.
E. Meyer, Du strabisme. Paris 1863.
E. Javal, Note sur un moyen nouveau de choisir les verres prismatiques pour le strabisme. Ann. d'Ocul. L. pag. 316. 1863.
H. Helmholtz, Ueber die normalen Bewegungen des menschlichen Auges. Arch. f. Ophth. IX. 2. pag. 153—214. 1863.
E. Hering, Beiträge zur Physiologie. 3. u. 4. Heft. (Kritisches gegen Meisner und Helmholtz.) Leipzig 1863.
J. B. Schuurman, Vergelijkend onderzoek der beweging van het oog bij Emmetropie en Ametropie. Dissert. Utrecht 1863. — Vijfde Verslag Gasthuis v. Oogl. pag. 1. 1864.
Ed. Meyer, Ein Instrument zur Messung des Schielgrades. Arch. f. Ophth. IX. 3. pag. 215. 1863.
F. C. Donders, Zur Pathogenie des Schielens. Arch. f. Ophth. IX. 3. pag. 99. 1863.
Ruete, Ueber die Richtungslinien des Sehens. (Sitzber. II. pag. 3). Klin. Monat. f. Augenh. pag. 186. 1864.
J. Zachariah Laurence, On some ophthalmic instruments. The ophthalmic review. I. pag. 126. 1865.
Giraud-Teulon, in C. R. LVIII. pag. 361 (über Drehpunct). Ausserdem in Meisner's Jahresberichte über die Fortschritte der Physiologie in der Zeitschr. f. rationelle Medicin. 1856—1864.
Berthold, Ueber die Bewegungen des kurzsichtigen Auges. Arch. f. Ophth. XI. 3. pag. 107. 1865.
Alfred Gräfe, Ueber einige Verhältnisse des Binocularsehens bei Schielenden mit Beziehung auf die Lehre von der Identität der Netzhäute. Arch. f. Ophth. XI. 2. pag. 1. 1865.

F. C. Donders, Verminderte accommodatie breedte, oorzaak van strabismus convergens. Ned. Archief. II. pag. 464. 1866.
——, Invloed der accommodatie op de voorstelling van afstand. Ned. Arch. II. pag. 212. 1866.
Böttcher, Ueber Augenbewegungen und binoculäre Perspective. Arch. f. Ophth. XII. 2. pag. 22. 1866.
F. C. Donders, Het binoculaire zien en de voorstelling der derde dimensie. Verslag Ned. Gasth. voor Oogl. N. 7. pag. 101. 1866. en Arch. f. Ophth. XIII. 1. pag. 1. 1867.
Serre d'Uzès, Recherches expérimentales sur la vision binoculaire. Gaz. des hôpit. N. 72. pag. 286. 1867.
Helmholtz, Ueber binoculäres Sehen. Klin. Monat. f. Augenh. pag. 270. 1867.
J. Hock, Ueber ein Mittel, die bei der Bewegung der Augen eintretenden Meridianneigungen direct zu beobachten. Wien. med. Wochenschr. XVII. pag. 101. 1867.
Th. W. Engelmann, Over schijnbewegingen bij nabeelden. Ned. Archief III. pag. 114. 1867.
F. Arlt jun., Tijdsbepalingen ten aanzien der beweging van den oogappel. Ned. Arch. IV. pag. 481. 1868. — Tiende Verslag Ned. Gasthuis v. Oogl. pag. 116. 1869.
E. G. Loring, Méthode diagnostique nouvelle ou épreuve complémentaire de l'insuffisanse des muscles droits internes. Compte rendu, 4e et 5e session annuelle. Juin 1867. Juillet 1868.
E. Javal, Du strabisme dans ses applications à la physiologie de la vision. Paris 1868.
Ewald Hering, Lehre vom binocularen Sehen. Leipzig 1868.
A. Nagel, Ueber das Vorkommen von wahren Rollungen des Auges um die Gesichtslinie. Arch. f. Ophth. XIV. 2. pag. 228. 1868.
F. C. Donders, Periodieke veranderingen van de middellijn der pupillen, zonder wijzigingen van refractie of accommodatie. Verslag Ned. Gasth. v. Oogl. Nr. 10. pag. 187. 1869.
Listing, Ueber eine neue Art stereoscopischer Wahrnehmung. In Nachrichten von der kön. Gesellsch. d. Wissensch. und der g. a. Univers. zu Göttingen. Nr. 21. pag. 431—455. 1869. — Klin. Monatsbl. pag. 29. 1870.
H. Kaiser, On the theory of binocular vision. Arch. f. Ophth. and Otol. V. I. Nr. 1. pag. 186. 1869.
Joseph Aub, Do the eyes perform any Rotation an the optic axes in lateral inclinations of the head? Arch. f. Ophth. and Otol. V. I. Nr. 2. 1870.
Giraud-Teulon, De la loi de rotation du globe oculaire dans les mouvements associés des yeux. Acad. des sciences, 25. April 1870. et Journ. de l'anat. et de la physiol. de Robin. Juillet 1870.
H. Berthold, Diagnostik der Motilitätsstörungen. Verein f. Wissensch. Heilk. Königsberg. Berlin. Klin. Wochenschr. Nr. 29. pag. 353. 1870.
F. C. Donders, De beweging van het oog, toegelicht met het phaenophtalmotroop. Verslag Ned. Gasth. voor Ooglijders. Nr. 11. pag. 54. 1870. en Arch. f. Ophth. XVI. 1. pag. 154. 1870. en Ned. Arch. V. pag. 222. 1870.
M. Woinow, Ueber die Raddrehungen des menschlichen Auges. Sitzber. der phys. med. Gesellsch. in Moskau. XII. 1870.
E. Adamuk, Over de innervatie der oogbewegingen. Verslag Ned. Gasth. voor Ooglyders. Nr. 11. pag. 75. 1870. en Ned. Arch. V. pag. 256. 1870.
F. C. Donders, Over aangeboren en verkregen associatie. Als naschrift tot het voorafgaande onderzoek van Dr. Adamuk. Verslag Ned. Gasth. voor Ooglijders. Nr. 11. pag. 80. 1870.
Alex. Skrebitsky, Bijdrage tot de leer der bewegingen van het oog. Ned. Arch. V. pag. 476. 1870. en Verslag Gasth. voor Ooglijders. Nr. 11. pag. 186. 1870. en Arch. f. Ophth. XVII. 1. pag. 107. 1871.
M. Woinow, Beiträge zur Lehre von den Augenbewegungen. Arch. f. Ophth. XVII. 2. pag. 233. 1871.
E. Javal, Du strabisme. Ann. d'Ocul. LXV. pag. 97. 1871.
F. C. Donders, Die Projection der Gesichtserscheinungen nach den Richtungslinien. Arch. f. Ophth. XVII. 2. pag. 1. 1871.
R. Berlin, Ueber eine Prismenvorrichtung zur bequemen Messung der seitlichen Abweichung bei Insufficienz. Klin. Monat. f. Augenh. pag. 34. 1871.
E. Berlin, Beitrag zur Mechanik der Augenbewegungen. Arch. f. Ophth. XVII. 2. pag. 154. 1871.
A. Nagel, Ueber das Vorkommen von wahren Rollungen des Auges um die Gesichtslinie. Zweiter Artikel. Arch. f. Ophth. XVII. 1. pag. 237. 1871.
H. Dor, Das Stereoscop und das stereoscopische Sehen. Basel 1871.
——, Quelques mots sur la vision binoculaire. Arch. d. sciences d. l. Bibl. univers. Mars. 1872.
Kostareff, De la rotation de l'oeil sur l'axe optique. Diss. Inaug. Moscou 1872.

L. Kugel, Zur Diagnose der Muskelinsufficienzen. Arch. f. Ophth. XVIII. 2. pag. 165. 1872.
F. C. Donders, Ueber angeborene und erworbene Association. Arch. f. Ophth. XVIII. 2. pag. 153. 1872.
H. Schoeler, Zur Identitäts-Frage. 1. Grenzen der Correspondenz beider Sehfelder bei Betrachtung a) linearer resp. flächenhafter, b) körperlicher Objecte. 2. Messung der Disparität an Schielenden und Aufdeckung neuer, bisher latenter Schielformen durch das Princip der stereoscopischen Parallaxe. Arch. f. Ophth. XIX. 1. pag. 1. 1873.
S. G. van der Meulen, Stereoscopie bei unvollkommenem Sehvermögen. Arch. f. Ophth. XIX. 1. pag. 100—136. 1873.
S. G. van der Meulen und F. C. van Dooremaal, Stereoscopisches Sehen ohne correspondirende Halbbilder. Arch. f. Ophth. XIX. 1. pag. 137—141. 1873.
W. Krenchel, Ueber die krankhaft herabgesetzte Fusionsbreite als Ursache des Schielens. Arch. f. Ophth. XIX. 1. pag. 142—155. 1873.

Zusatz zu Cap. 6. Ophthalmoscopie pag. 162.

Augenspiegel für drei Beobachter.

Prof. Monoyer in Nancy[1]) hat das Ophthalmoscope à deux observateurs von Sichel (XLVI pag. 161) auch für drei Beobachter eingerichtet. Er brachte nämlich dem Tubus für das Auge *A'* (Fig. 43) gegenüber einen zweiten an, der ebenfalls ein Prisma enthält, dessen brechende Kante einen Theil der Oeffnung im Spiegel *ss'* einnimmt. Diese Kante ist der ersteren entgegengesetzt gerichtet, sodass also ein Theil der aus dem beobachteten Auge kommenden Strahlen in der entgegengesetzten Richtung denselben Verlauf nimmt, wie die nach *A'* hin gelangenden. Die Kanten der beiden Prismen berühren sich aber nicht, sodass der dritte Beobachter *A* zwischen ihnen hindurch noch direct ophthalmoscopiren kann. Die beiden Tuben enthalten jeder ein convexes Objectiv und ein convexes Ocular, sodass also die zwei seitlichen Beobachter ein dem des mittleren entgegengesetzt gerichtetes Bild erhalten.

1) Monoyer in Revue médicale de Nancy. Février 1874.

Corrigenda.

pag. 11 Zeile 6 von oben lies: »vom Knotenpunct« statt von der Retina
pag. 46 Zeile 15 von unten lies: »Schirmes« statt Diaphragmas
pag. 74 Zeile 10 von oben lies: $\frac{1}{A} = \frac{1}{P} - \frac{1}{R}$ statt $\frac{1}{A} = \frac{1}{R} - \frac{1}{P}$
pag. 76 Zeile 21 bis 19 von unten lies: Ist dagegen das Auge für die rothen Strahlen accommodirt, dann entsteht aus der violetten ein Zerstreuungskreis und man hat einen rothen Punct im violetten Felde.

Capitel II.

Operationslehre.

Von

Prof. **Arlt.**

I. Staaroperationen.

§ 1. Das Hinderniss, welches die getrübte Linse dem Eindringen der Lichtstrahlen setzt, können wir in mehrfacher Weise operativ beseitigen.

1. Wir versenken die Linse in den Glaskörper, allein oder sammt der getrübten und verdickten Partie der Kapsel (der ganzen Kapsel) mittelst einer Nadel a) gerade nach unten, durch Druck von oben her: *Depressio cataractae*, die älteste, seit undenklichen Zeiten geübte Methode; b) wir legen sie mittelst Druck auf die Vorderfläche gerade nach hinten um, so dass der obere Rand nach hinten zu liegen kommt: Reclination nach Willburg (1785), oder c) wir legen sie nach hinten, aussen und unten um, so dass ihre vordere Fläche gegen die *Glabella frontis* sieht: Reclination nach Scarpa (1801).

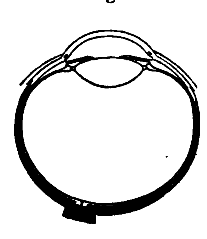
2. Wir entfernen die Linse aus dem Auge (in der Regel ohne Kapsel) durch eine nach Grösse und Consistenz der Linse eingerichtete Schnittwunde in der äussern Hülle (Cornea, Sklera) und in der vordern Kapsel: *Extractio cataractae*, und zwar mittelst einer bogenförmigen Wunde: Lappenextraction oder Bogenschnitt (nach Daviel 1745), oder mittelst einer gradlinigen Wunde: Linearextraction (Palucci 1750, Gibson 1811, Gräfe 1865, Weber 1866).

3. Wir eröffnen die vordere Kapsel mittelst einer durch die Cornea (wohl auch durch die Sklera) eingeführten Nadel: *Disscissio cataractae (Disscissio capsulae lentis)* nach dem Vorgange von Buchhorn (1806) und Langenbeck (1811), um Resorption der Linse und Zurückziehung der vordern Kapsel aus dem Bereiche der Pupille einzuleiten.

§ 2. In dem **ideal operirten und geheilten aphakischen Auge** finden wir, falls die Kapsel nicht mit beseitigt wurde, bloss folgende Veränderungen: Die vordere Kammer tiefer, indem der Pupillarrand der Iris mit dem Ciliarrande in gleicher Flucht liegt; hinter der Iris zunächst eine nahezu 1 Mm. mächtige hintere Kammer, vom Glaskörper geschieden durch ein Diaphragma, welches zwischen den Firsten der Ciliarfortsätze ausgespannt ist, und zunächst aus der plan gewordenen

hinteren Kapsel und Hyaloidea besteht, an der Peripherie jedoch, i. e. ausserhalb des Pupillarbereiches verstärkt wird durch die vordere Kapsel, deren Zipfel sich gegen die Peripherie zurückgezogen und an die hintere Kapsel angelegt haben. Zwischen diesem Theile der vordern und zwischen der hintern Kapsel können verschieden mächtige Reste trüber Linsensubstanz eingeschlossen sein. [1]) In Augen, deren Linsenkapsel beseitigt wurde, wird das Kammerwasser von dem Glaskörper bloss durch die Hyaloidea oder durch eine an deren Stelle neu gebildete Glashaut geschieden. Wurde bei der Operation eine Lücke in der hinteren Kapsel und in der Hyaloidea gebildet, so wird diese Scheidewand durch Wiederverwachsung der getrennten Theile, doch ohne sichtbare Narbe, vielleicht auch durch Einschaltung einer gleichfalls pelluciden Glashaut ergänzt. Die Glaskörperachse erscheint um die frühere Tiefe der tellerförmigen Grube verlängert. Das Diaphragma zwischen Glaskörper und Kammerwasser ist plan oder leicht nach vorn convex.

Fig 1.



Durchschnitt eines Bulbus mittlerer Grösse, horizontal, naturgetreu gezeichnet von Dr. Elfinger. Der Bulbus, 24 Stunden nach dem Tode durchschnitten, wurde in Wasser schwebend erhalten und ohne Verzug gezeichnet.

Ideal geheilte Augen können demnach hinreichend helle und scharfe Netzhautbilder erhalten, sofern der Ausfall der Brechkraft der Linse durch Vorsetzen starker Convexgläser (Staargläser) gedeckt wird, und sofern für verschiedene Objektabstände verschiedene Brennweiten gewählt werden. Könnte ein Auge mit partieller stationärer Cataracta auf eine andere Weise als durch eine Staaroperation einen gleichen (oder nahezu gleichen) Grad von Sehvermögen erlangen, so würde wohl diese Weise vorzuziehen sein. Wenn staaroperirte (aphakische) Augen einige Accommodation besitzen, was vielfach bestritten wurde, so kann dieselbe nur durch Formveränderung des Bulbus erfolgen. Nach der Extraction dürfte die Sehaxe etwas länger, der Aequatorialdurchmesser etwas kürzer bleiben.

§ 3. In vielen Fällen bleibt der Erfolg hinter dem Ideale mehr weniger zurück deshalb, weil wir einen sogenannten Nachstaar erhalten, weil die Sehschärfe mehr weniger beeinträchtigt erscheint durch theilweise oder gänzliche Verdeckung der Pupille mittelst trüber Massen. Diese Massen stören oft mehr durch Diffusion als durch Reflexion von Licht. Das Substrat der meisten Nachstaare bildet die vordere Kapsel, wenn sie sich wegen ungehöriger Spaltung, wegen Residuen von Linsensubstanz im Kapselsacke, wegen Zellenwucherung an der inneren Fläche der Kapsel oder wegen entzündlicher Produkte von der Iris (vom Ciliarkörper) nicht aus dem Bereiche der Pupille zurückziehen konnte: mitunter geben auch Blutgerinnsel, indem sie sich an die Kapselwundränder anlegen, Veranlassung und Substrat bleibender *Cataracta secundaria.*

Schlimmer noch als diese einfachen sind die Nachstaare mit vielfältiger oder gar mit ringförmiger hinterer Synechie. Doch gestatten alle diese, den Zweck der Operation mehr weniger beeinträchtigenden Folgen noch immer die Aussicht, durch eine Nachoperation mehr weniger vollständig zum Ziele zu gelangen.

---

1) Krystallwulst von Sömmering, Ueber die Veränderungen nach Staaroperationen. Frankfurt 1828.

§ 4. In einem gewissen Procentsatze hat die Operation nicht nur keinen Erfolg, sondern geht das operirte Auge zu Grunde. Der unwiederbringliche Verlust der Sehkraft und selbst das Verschrumpfen des operirten Auges zu einem kleinen Stumpfe ist indess noch nicht das Aergste; es kann, wenn auch sehr selten, durch die nachtheiligen Folgen einer verunglückten Operation das zweite Auge in Mitleidenschaft, in sympathische Affection versetzt werden.

Die Zahl der Misserfolge hängt theils von der Wahl der Methode und von der Exactheit ihrer Ausführung, theils aber auch von örtlichen und allgemeinen Complicationen und vom Verhalten des Patienten nach der Operation ab. Jede der bisher bekannten Methoden hat ihre Licht- und Schattenseiten, keine passt für alle Fälle, und keine giebt absolute Sicherheit des Erfolges. Dieser operative Eingriff ist also nur dann gestattet, wenn einerseits keine Aussicht vorhanden ist, auf andere Weise das Sehvermögen wieder herzustellen, andrerseits die Bedingungen vorhanden sind, welche die Wahrscheinlichkeit bieten, mit der einen oder mit der andern Methode dieses Ziel zu erreichen.

§ 5. Bei **partiellen stationären Linsen- oder Kapseltrübungen** hat man sich vor allem zu fragen, und allenfalls bei künstlicher Mydriasis zu untersuchen, ob nicht vielleicht ein künstliches Colobom der Iris (Iridektomie, Iridotomie etc.) einer Staaroperation vorzuziehen, und ob dann die Chancen für das Gelingen derselben so günstig sein werden, dass das Wagniss einer Staaroperation gerechtfertigt erscheint.

Bei progressiven oder bereits ausgebildeten Staaren handelt es sich in der Regel um die Wiederherstellung des Sehvermögens. Wo die Beseitigung einer Cataracta bloss aus kosmetischen Rücksichten verlangt wird, weil das Auge eben amaurotisch ist, wird an die Möglichkeit des Misslingens und somit einer noch ärgeren Entstellung um so mehr zu denken sein, als diese Complication an sich schon in den meisten Fällen auf eine solche Erkrankung der Retina, der Choroidea und des Glaskörpers deutet, welche das Erhalten einer reinen Pupille mehr weniger in Frage stellt. Wo die Beseitigung einer Linse wegen Reiz- oder Entzündungszufällen nöthig wird, kann unter Umständen (§ 62) die *Enucleatio bulbi* vorzuziehen sein.

§ 6. **Behufs Wiederherstellung des Sehvermögens durch eine Staaroperation** ist vor allem die Frage zu beantworten, ob es möglich und wahrscheinlich sei, dass der Kranke nach richtig ausgeführter Operation und nach günstigem Abklingen der dadurch gesetzten Reaction sehen werde. In dieser Beziehung soll jedes Auge (einzeln für sich) so genau als möglich geprüft werden, nicht nur ob es für Licht und Dunkel überhaupt noch empfänglich sei, was man in der Regel (und bei Kindern wohl ausschliesslich) aus der Reaction der Iris erkennt, sondern auch, bis zu welchem Grade, und ob durchaus oder nur an einzelnen Stellen der Netzhaut. Ein Auge mit vollständiger Trübung der Linse (selbst auch der Kapsel zugleich), welches den Schein einer Kerzenflamme in einem finstern Zimmer nicht mindestens auf 6 Meter wahrnimmt (bei wechselnder Verdeckung), ist verdächtig auf Herabsetzung der centralen Sehschärfe seitens der Netzhaut. Bei hochgradiger Myopie muss jedoch gewöhnlich ein Concavglas zu Hülfe genommen werden. Nicht minder sorgfältig prüfe man die periphere Empfänglichkeit, indem man untersucht, ob das Auge den Ort einer Flamme in den peripheren Bezirken des Gesichtsfeldes richtig bezeichnet.

Wäre z. B. die untere Hälfte der Netzhaut wegen Abhebung unempfindlich, so würde der Kranke, wenn man ihm eine Kerzenflamme von oben her in das Bereich des Gesichtsfeldes bringt, gewiss die Anwesenheit des Lichtes wahrnehmen, aber sicherlich nicht den Ort. Vermöge der Diffusion des Lichtes durch die trübe Linse wird nämlich die ganze Netzhaut beleuchtet, aber die dem Lichte gegenüberliegende Netzhautpartie empfindet eben das Licht nicht. Bringen wir in demselben Falle das Licht von unten her in das Bereich des Gesichtsfeldes, so wird der Kranke nicht nur die Gegenwart einer Flamme wahrnehmen, sondern auch den Ort derselben richtig bezeichnen, weil jene Partie, welche trotz der Reflexion und trotz der Diffusion noch immer relativ am stärksten beleuchtet wird, diesen stärkeren Eindruck als solchen empfindet und demgemäss die Lichtquelle nach den Gesetzen der Projection an der entgegengesetzten Seite, also unten suchen muss. Machen wir denselben Versuch an einem Auge mit Ablösung der untern Netzhauthälfte aber ohne Linsentrübung, so fällt die Diffusion weg und das Auge bemerkt die Anwesenheit der von oben hereinrückenden Flamme im Gesichtsfelde gar nicht. Diese Untersuchungsweise verdanken wir Gräfe[1]).

Von grosser Wichtigkeit ist auch die vorläufige Prüfung der Spannung und der Lage des Bulbus, das Abschätzen oder Messen seiner Dimensionen, der Lage und Reaction der Iris, des Verhaltens der vorderen Ciliargefässe, des Zustandes der Bindehaut, der Lider und der Wimpern, der Thränenwege u. s. w. Entzündliche Zustände sollen so weit wie möglich beseitigt werden. Auch das zweite Auge ist wohl zu prüfen. Zustände desselben, welche einen Reflex auf das Ciliarnervensystem oder auf den *Musc. orbicularis* des zu operirenden Auges auszuüben drohen, sollen womöglich früher behoben werden. Eine besondere Aufmerksamkeit verdient ein glaucomatöser Zustand des anderen Auges, wenn auch das zu operirende einfach cataractös zu sein scheint. Es ist in solchen Fällen stets gerathen, der Cataractoperation einige Wochen früher die Iridektomie voraus zu schicken.

§ 7. Was den **Zustand des Körpers** betrifft, so sind zwar die sogenannten Vorbereitungskuren längst und mit Recht ausser Curs gesetzt, doch pflegt man die Zeit des Zahnens, der Menstruation, der Gravidität zu meiden und krankhafte Zustände, welche bei und nach der Operation hinderlich werden könnten, wo möglich erst zu bekämpfen oder doch zu beschwichtigen. Vergl. Extraction. Gerathen ist es, sich nach Thunlichkeit mit der Individualität des zu Operirenden bekannt zu machen, besonders wenn man in Privatwohnungen operirt. Jedenfalls ist dann auch auf die Wohnungsverhältnisse Rücksicht zu nehmen und für die während der Nachbehandlung nöthige Pflege und Wartung vorzusorgen. Den nächsten Tag nach Zurücklegung einer Reise operire man nicht.

Das Alter des Patienten gibt uns Anhaltspuncte zur Beurtheilung der Consistenz der Linse überhaupt und zur Wahl der Methode insbesondere. Im Kindesalter werden Verletzungen leicht und ohne starke Reaktion vertragen. Die Reclination ist bei Leuten von 100 Jahren, die Extraction bis zum 90. Jahre mit Erfolg gemacht worden.[2]) Daviel der Vater operirte im Dezember 1754 einen Greis von 106 Jahren mit dem glücklichsten Erfolge durch Extraction.[3]) Bei

1) Arch. f. O. I. a 328 und b 257.
2) Arlt, Krankh. des Auges. 1853. II. 343.
3) Beer, Repert. 1799. III. 155.

angeborenen oder frühzeitig entstandenen Cataracten soll man je eher je lieber operiren. So lange diese Staare noch nicht geschrumpft sind, lässt sich die Disscission der Kapsel durch die Cornea vornehmen, also die leichteste und in diesem Alter geradezu gefahrlose Operation. Die Nachbehandlung macht bei Säuglingen nicht die geringste Schwierigkeit. Die Hauptsache aber ist, wie schon MAKENZIE[1]) bemerkt, dass durch längeren Bestand der Cataracta im Kindesalter die Sensibilität der Netzhaut abnimmt, während man bei später entwickelten Staaren nach 40jährigem (ARLT) selbst nach 60jährigem Bestande[2]) die Sehschärfe seitens der Netzhaut in überraschend guter Weise erhalten gefunden hat. »Die Sensibilität des Auges bei vielen Patienten, welche in einem Alter von 4 Jahren und darunter geheilt wurden, war nicht geringer, als bei solchen, die sich von Geburt an des Sehvermögens erfreut hatten; aber in einem Alter von 8 Jahren, selbst früher, war dieser Sinn viel weniger activ; in einem Alter von 12 Jahren war er noch stumpfer, und in einem Alter von 15 oder mehr Jahren war er sehr unvollkommen und manchmal war nur noch Perception des Lichtes vorhanden.« (SAUNDERS[3]) nach MAKENZIE l. c.).

Bei Staaren im Kindes- und Knaben- oder Jünglingsalter, welche nach weit gediehener Schrumpfung (Resorption) vorzugsweise aus der Kapsel mit mehr weniger derber Auflagerung an ihrer Innenfläche bestehen, wird die Beseitigung nicht selten dadurch sehr erschwert, dass dieselben an einer, an mehrern Stellen, ja ringsum mit den Ciliarfortsätzen fest zusammenhängen. Ueber die Operation des grauen Staares im Kindesalter verdient ein Aufsatz von CRITCHETT (Ophth. hosp. Rep.) nachgelesen zu werden in Ann. d'ocul. T. XLVI. p. 209.

§ 8. Die **Beschaffenheit der Cataracta**, unter Zuhilfenahme von Mydriasis und von Focalbeleuchtung möglichst genau zu bestimmen, hat Einfluss, und zwar den meisten, auf die Wahl der Methode (eventuelle Modificationen derselben) und auf die Zeit, wie bald die Operation vorgenommen werden könne. Welche Methode zu wählen sei, ergibt sich aus der Kenntniss der Technik, der Leistungsfähigkeit und Verwendbarkeit unter Rücksicht auf die individuellen Verhältnisse (§ 62). Bei progressiven Cataracten ist es gerathen, die Ausbildung oder Reife des Staares abzuwarten, falls es sich um die Extraction handelt. Vergl. § 35. Bei rudimentären Cataracten (*Catar. secundaria, membranacea, traumatica*) übereile man sich mit dem operativen Eingriffe nicht, bevor nicht die Reactionserscheinungen nach dem vorausgegangenen Trauma ganz oder nahezu verschwunden sind, es müsste denn Drucksteigerung zur ungesäumten Vornahme der Operation drängen. Dass der Jahreszeit kein bestimmender Einfluss auf den Termin der Operation zuzuweisen sei, darüber sind heutzutage wohl alle Fachgenossen in Uebereinstimmung.[4])

Dagegen herrscht grosse Divergenz der Meinungen in Bezug auf die Frage, ob man, wenn beide Augen zur Zeit der Vorstellung des Kranken operirbar befunden werden, beide in einer Sitzung operiren solle (dürfe). Es wäre

---

1) MAKENZIE, Pract. Abhandl., übers. Weimar 1832. p. 580.
2) GRÄFE, Arch. I. a. 326.
3) SAUNDERS, a treatise on some pract. points etc. London 1811. p. 154.
4) BEER, Lehre von den Augenkrankh. Wien 1817. II. 346.

fruchtlos, die Gründe pro und contra[1]) zu wiederholen; die Erfahrung hat gezeigt, dass die einzelnen Fachgenossen in dieser Beziehung meistens nach ganz individueller Anschauung und Neigung vorgehen. Ich für mich habe seit 20 Jahren nur selten, seit beiläufig 10 Jahren kaum ein oder zweimal in einer Sitzung bilateral operirt. Abgesehen von Ereignissen nach der Operation, welche ausser aller Berechnung liegen und das schönste Resultat vernichten können: nicht selten machen wir nach der Operation des einen Auges Erfahrungen und Beobachtungen individueller Eigenthümlichkeiten, welche uns bei der Wahl und Ausführung der Methode auf dem zweiten Auge zu statten kommen können, wie schon MAKENZIE l. c. p. 578 bemerkt hat.

Bei unilateraler Cataracta, welche Aussicht auf guten Erfolg gewährt, ist die Operation auch in jenen Fällen zu empfehlen, in welchen Cataractbildung auf dem zweiten Auge nicht, wie z. B. bei *Cat. senilis*, *hereditaria*, *diabetica* zu besorgen steht. Gegenüber der Befürchtung, es möchte das gesunde Auge in seiner Function behindert werden[2], hat GRÄFE Arch. II. b. 181 in einigen Fällen die Wiederherstellung binoculären Sehens constatirt. Wenn dies auch selten gelingen dürfte, so bietet doch die Erweiterung des Gesichtsfeldes und die Erleichterung der Orientirung, abgesehen von der Kosmetik hinreichend grosse Vortheile. Durch frühzeitige Operation des einen Auges die Entwicklung der Cataracta auf dem zweiten verhüten zu wollen[3]), ist wohl ein vergebliches Unternehmen.

I. Die Reclination (Depression).

§ 9. **Vorgang bei der Operation** (nach SCARPA[4])). Der Kranke, mit mässig erweiterter Pupille, sitzt einem Fenster schräge gegenüber, gleich hoch oder etwas tiefer als der Operateur. Die Lidspalte wird durch einen Sperrelevateur (T. II. F. 15) oder vom Assistenten, der den Kopf fixirt, offen erhalten. Der Operateur fasst mit der einen Hand die Fixationspincette (T. II. F. 18), um den Bulbus mittelst einer Bindehautfalte knapp unter der Hornhaut ruhig zu erhalten, mit der andern die Reclinationsnadel (zweischneidig, seicht nach der Fläche gebogen, 1 Mm. breit, von der Spitze bis zum cylindrischen Halse 3—4 Mm. lang) mit den ersten drei Fingern, stützt sich mit der Ulnarfläche des kleinen Fingers an die Wange und sticht die Nadel 3—4 Mm. weit vom Hornhautrande so in die Sklera, als ob er in die Mitte des Glaskörpers vordringen wollte. Der Einstich finde etwas unterhalb des horizontalen Meridianes statt, die eine Schneide gegen den vorderen, die andere gegen den hinteren Pol gerichtet, um Nerven und Gefässen möglichst auszuweichen. Ist die Nadel bis an den Hals eingedrungen, so wird das Heft so weit um die Achse gedreht (zum Daumen), dass die convexe Fläche, früher nach oben gerichtet, jetzt nach vorn sieht. Alsdann wird das Heft gegen das Ohrläppchen gesenkt, um mit der Spitze gegen den Rand der Linse und weiter bis in die hintere Kammer vorzudringen. Unter weiterem Vorschieben gelangt die Nadel bis in die Pupille, wo man sie metal-

---

1) ARLT, Krankh. des Auges. II. 341.
2) ARLT, Krankh. des Auges. II. 341.
3) BEER, Ophthalmol. Bibl. von Himly u. Schmidt. I. 2. 200.
4) Pract. Abhandl. über die Augenkrankheiten von A. SCARPA in Pavia, deutsch von MARTENS. Leipzig 1803. II. 70. Trattato degli princ. mal. degli occhi. Pavia 1801.

lisch glänzen sieht, falls sie nicht hinter der Kapsel steht. Ist die Spitze bis hinter den Pupillarrand der entgegengesetzten Seite vorgedrungen, so wird das Instrument wie ein zweiarmiger Hebel mit dem Stützpuncte in der Sclerotica gehandhabt. Demnach wird das Heft gegen die *Glabella frontis* gehoben und die Linse nach unten — aussen versenkt. Das Heft soll nicht weiter gehoben werden, als bis es mit der Ebene der Cornealbasis einen Winkel von circa 120° bildet.

Eine kurze Pause in der Stellung mit gehobenem Hefte ist nöthig, damit sich der Glaskörper um die Linse zurecht lege. Dann wird die Nadel in derselben Haltung bis an den Hals zurückgezogen und erst jetzt in die Stellung gebracht, welche sie vor dem Vordringen gegen den Linsenrand eingenommen hatte. Bleibt die Linse auf den ersten Wurf liegen, was bei normaler Beschaffenheit des Glaskörpers gewöhnlich geschieht, sobald man nur den Schwerpunct der Linse richtig gefasst hatte, so dreht man das Heft entgegen gesetzt (vom Daumen) und zieht sie in der Richtung des Einstiches aus dem Auge. Steigt die Linse auf, bevor man die Nadel herausgezogen hat, so kann man einen 2. und 3. Wurf vornehmen; weitere Versuche würden dann schwerlich zum Ziele führen und könnten durch vielfältige Zertrümmerung des Glaskörpergerüstes leicht schaden.

Die Nadel hat die Conjunctiva, Tunica vaginalis und Sklera, weiter den flachen Theil des *Corpus ciliare* sammt der Pars retinae ciliaris und Hyaloidea durchbohrt. Ihre Spitze steht nach Senkung des Heftes hinter dem Rande der Linse und sollte beim Vorschieben neben diesem durch die Zonula in die hintere Kammer dringen, durchbohrt aber wohl meistens die hintere Kapsel, die Linsenrinde und die vordere Kapsel. Beim Heben des Heftes zersprengt sie die vordere Kapsel, falls diese nicht verdickt ist, verdrängt die Linse, wenn diese die zur Reclination erforderliche Härte hat, und drängt diese durch die zersprengte hintere Kapsel und Hyaloidea sammt dem Glaskörperstroma. *Humor vitreus* wird an die frühere Stelle der Linse vorgedrängt. Ist die vordere Kapsel verdickt, was nur in der mittlern Partie derselben statt findet, so bleibt der Rand derselben in seiner Lage, die verdickte Partie, davon losgerissen, wird dann sammt der Linse versenkt. Ist nur der Kern der Linse hart, so wird nur dieser verdrängt; die Rindensubstanz bleibt in Form eines Kranzes in dem Falze zwischen der vordern und hintern Kapsel zurück oder rückt von da gegen das Centrum herein; bisweilen bleibt auch Rindensubstanz auf dem Wege haften, den der Kern durchwandert.

§ 10. **Zufälle bei der Operation.** Kann die Linse nur theilweise (der Kern) oder gar nicht versenkt werden, weil sie nicht die gehörige Consistenz hat, so wirkt die Operation nur als Disscission, bietet aber viel leichter deren Nachals deren Vortheile. Gelingt die Versenkung nicht, weil der Schwerpunct verfehlt oder weil zu langsam gedrückt wurde, so stehen die Gefahren des Druckes einer entkapselten harten Linse auf die Iris und den Ciliarkörper zu besorgen. Bei Verfehlung des Schwerpunctes und zu rascher Action, namentlich aber bei einer unvermutheten raschen Bewegung des Auges kann es geschehen, dass die Linse in die vordere Kammer geschnellt wird. In solchen Fällen steht Verlust des Auges durch Iridokyklitis, durch Panophthalmitis zu befürchten, wenn nicht sofort die Cornea am Rande eingeschnitten und die Linse mit einem Daviel'schen oder Gräfe'schen Löffel hervorgeholt wird. Diese Procedur ist, wie einleuchtet, mit der Gefahr verbunden, viel Glaskörper zu verlieren. In manchen Fällen jedoch wird die Linse in der vorderen Kammer vertragen und

durch Resorption verkleinert. Man kann also unter Anwendung von Eisumschlägen einige Zeit zuwarten. Bereits POTT [1]) hatte beobachtet, dass Linsen, in die Kammer vorgefallen, resorbirt werden können, wogegen BEER [2]) die unverweilte Extraction in jedem Falle für nothwendig erklärte. Sobald sich jedoch ödematöse Schwellung der *Conjunctiva bulbi* einstellt, als Zeichen der beginnenden Iridokyklitis, bleibt nichts übrig, als zu versuchen, ob sich das Auge noch durch Extraction retten lasse. Vergl. Extraction § 37. Solche Fälle führten bekanntlich DAVIEL 1745 zur Extraction der an normaler Stelle gelegenen Linse, nachdem schon ST. YVES 1707 und L. PETIT 1708 die in die vordere Kammer vorgefallene Linse durch eine hinreichend grosse Hornhautwunde extrahirt hatten.

§ 11. **Vorgang der Heilung.** Soll nach diesem Eingriffe Heilung eintreten, so muss zunächst die Linse an dem ihr zugewiesenen Orte liegen bleiben und durch Einkapselung fixirt werden. Es muss ferner die vordere Kapsel so eingerissen sein, dass sich die Zipfel und Ränder nach hinten und aussen zurückziehen können. Hintere Kapsel, Hyaloidea und Glaskörperstroma kehren allmählich nach dem Zurücktreten der vorgedrängten Vitrina in die frühere Lage zurück, ihre Risse verheilen ohne sichtbare Trübung, falls sie nicht durch eingedrängte Trümmer von Linsensubstanz daran verhindert werden.

Die versenkte Linse bleibt nicht vermöge ihrer Schwere unten liegen, sondern würde gerade wegen ihres grösseren specifischen Gewichtes bei jeder schnellen Bewegung des Auges zu einer Excursion gezwungen werden, da sie sich nahe an der Peripherie, nicht im Centrum des Auges befindet. Sie kann, so lange der Einkapselungsakt nicht vollendet ist, wahrscheinlich nur dadurch fest gebannt werden, dass das Glaskörpergerüste alsbald nach seiner Zerreissung und momentanen Verdrängung wieder so weit wie möglich in seine frühere Stellung zurückkehrt und verklebt. Linsenfragmente im Einbruchscanale können diesen Vorgang hindern. In Fällen, wo das Versenken der Linse nicht mit einem gewissen Grade von Schnelligkeit ausgeführt, wo demnach Kapsel, Hyaloidea und Glaskörperstroma mehr verdrängt als durchrissen wurden, wird die Linse durch die Rückkehr derselben in ihre frühere Lage sogleich, selbst noch ehe die Nadel herausgezogen ist, oder allmählich, in Minuten, Stunden Tagen emporgehoben.

Präexistente Verflüssigung oder vielfältige Zertrümmerung des Glaskörpergerüstes können demnach dem Liegenbleiben der Linse eben so gut hindernd entgegenwirken, wie ungenügende Zerreissung oder wie heftige, rasche Bewegungen des Bulbus, Erschütterung des Körpers.

§ 12. **Erfolg.** An der Einkapselung der Linse betheiligt sich zunächst das Glaskörpergerüst der unmittelbaren Umgebung. Es wird trüb und bildet allmählich eine innen glatte, aussen zottige oder flockige dünne Hülle. Dieser Process verläuft in günstigen Fällen ohne erhebliche Zufälle von Seiten des Gefäss- und Nervensystemes und dürfte in Zeit von 2—3 Wochen ganz beendet sein. Man findet dann nichts mehr von Lichtscheu oder abnormer Ciliarinjection.

In minder günstigen Fällen betheiligt sich an dem Einkapselungsprocesse der Uvealtrakt, namentlich das *Corpus ciliare*, dem zunächst die Linse zu liegen kommt. Dies geschieht namentlich dann, wenn die Linse zu nahe an die Wandung des Bulbus gelagert wurde (durch zu starkes Heben des Heftes).

---

1) POTT, Chir. observ. London 1775.
2) BEER, Repertorium. Wien 1799. III. 56.

Ich habe bei der anatomischen Untersuchung von Augen, welche von mir oder von Andern durch Reclination operirt worden waren, die Linse oder deren Reste noch grösstentheils in der Zone gefunden, welche dem *Corpus ciliare* entspricht. Nur in einem dieser Augen liegt die Linse ganz in dem Bereiche der Netzhaut, also hinter der durch die *Ora serrata* streichenden Ebene. In diesem Auge ist die Linse ohngefähr zwischen *Aequator bulbi* und hinterem Pole durch Exsudat an die Choroidea angeheftet und die Netzhaut total abgelöst, in einen vorn offenen Trichter verwandelt, welcher an der der Linse entsprechenden Stelle eine Lücke zeigt.

Wurde die Linse an die Bulbuswand angedrückt, so erfolgt zunächst Brechneigung oder Erbrechen unter heftigen Schmerzen; bei geringem Abstande der Linse vom *Corpus ciliare* betheiligt sich zunächst dieses, weiterhin aber auch die Iris, selbst die Choroidea in mehr weniger grosser Ausdehnung und Heftigkeit an dem Entzündungsprocesse. Das dadurch gesetzte Exsudat überzieht die innere Fläche des Uvealtraktes in mehr weniger grosser Ausdehnung und kann sich von da aus in den Glaskörper und in die beiden Kammern ausbreiten.

Es kann übrigens auch bei richtiger Lagerung der Linse der Uvealtractus, namentlich Iris und Ciliarkörper dadurch in Entzündung versetzt werden, dass Corticalstücke im Einbruchscanale stecken blieben und beim Aufquellen einen Reiz auf die Iris üben oder zu allgemeiner Drucksteigerung führen.

Drucksteigerung kann auch in Folge einer regelrecht und nach Wunsch vollendeten Reclination auftreten, wenn das operirte Auge eine specielle Disposition zu Glaucom hat.

§ 13. **Augen, in denen die Einkapselung bereits erfolgt ist, sind im Allgemeinen nicht vor weiteren nachtheiligen Folgen der Operation gesichert.** Die eingekapselte Linse ist ein fremder Körper von erheblich differentem specifischem Gewichte und von veränderlicher Form. Würde sie in allen oder doch in überwiegend zahlreichen Fällen resorbirt, bis auf Reste von Fett und Kalk (wie ich gesehen habe), so würde man selten hören, dass mit Erfolg durch Reclination operirte Augen in späterer Zeit wieder erblinden oder ganz zu Grunde gehen. Aber gerade wenn man bei der Wahl der Staaroperationsmethode die Reclination auf das ihr gewöhnlich angewiesene Gebiet, auf die durchaus harten und daher auch grossen Staare einschränkt, darf man wohl auf Verkleinerung, nicht auf förmliches Verschwinden der eingekapselten Linse rechnen. [1]) Es kann daher in der Hülle und in ihrer Umgebung nicht bald ein ruhiger Zustand eintreten; die Hülle kann bei Erschütterung des Auges oder bei rascher und extensiver Bewegung desselben durch die Linse mechanisch insultirt, selbst gesprengt werden. Beer [2]) nennt die Reclination gegenüber der Extraction nur eine Palliativkur. Man hat mitunter nachträgliche Verflüssigung des Glaskörpers mit Zerfall der Einkapselungshülle beobachtet, in anderen Fällen dagegen Trübung und Schrumpfung des Glaskörperstroma mit schliesslicher Abhebung der Netzhaut. Zu den schwersten Vorwürfen gehört, dass durch Iridokyklitis im operirten Auge bisweilen sympathisch Erkrankung des anderen Auges erregt wurde. [3])

---

1) Beer, l. c. II. 363.
2) Beer, Repertorium. III. 79.
3) Arlt, Krankh. II. 345; Gräfe, A. f. O. I. b. 266.

§ 14. **Verwendbarkeit.** Durch die Cultivirung der Linearextraction sind der Reclination als einem das Sehvermögen nur zu oft nicht für die Dauer sichernden Verfahren auch jene Fälle entzogen worden, welche der früheren Extractionsmethode, nämlich der mit dem Lappenschnitte, wegen zu grosser Gefahr schlechter Wundheilung (sehr hohes Alter, Unmöglichkeit ruhigen Verhaltens nach der Operation) nicht wohl zugewiesen werden konnten.

Es gibt jedoch Staare, welche mit Rücksicht auf die Individualität durch keine andere Methode mit gleicher Sicherheit und Leichtigkeit beseitigt werden können. Es sind das kleine geschrumpfte Staare bei Kindern, *Cat. aridosiliquatæ*. Man findet Fälle in denen eine genaue Besichtigung bei Focalbeleuchtung zeigt, dass die Disscission oder Dislaceration wegen knorpelähnlicher Derbheit sich nicht (leicht) ausführen lassen würde, und wo selbst eine 5 — 6 Mm. lange Cornealwunde (zur linearen Extraction) bedenklich erscheint oder wo sich die Pupille nicht gehörig erweitern lässt. Solche rudimentäre Kapsellinsenstaare können, falls keine abnormen Adhäsionen (mit der Iris, den Ciliarfortsätzen) vorhanden sind, leicht reclinirt werden, und sie bleiben auch liegen, wenn überdiess keine Synchysis vorhanden ist, was sich allerdings in Fällen traumatischen Ursprunges nicht immer voraussetzen lässt. Ihre Kleinheit und ihr geringes specifisches Gewicht sichern sie vor Verschiebung bei Bewegung des Auges. Quellung kommt gar nicht oder nur in geringem Grade vor. Der Einbruchscanal bleibt von quellbaren Fragmenten frei. Die Augen jugendlicher Individuen sind zur Iritis, Kyklitis, Choroiditis wenig disponirt. Man kann endlich, wenn die Entfernung aus dem Pupillarbereiche nur unvollständig gelänge, nach Ablauf von 4 bis 5 Wochen die Depression ohne Gefahr wiederholen oder vor dem durchsichtigen Theile des Diaphragma (neben der geschrumpften Cataractmasse) eine Pupille durch Iridektomie anlegen.

§ 15. **Verband, Nachbehandlung.** Das Verbinden eines durch Depression operirten Auges kann nur auf Temperirung des Lichtes und ruhigere Haltung der Augen abzielen, lässt sich also auch umgehen. Bei Kindern ist das Verhalten bei nicht verbundenen Augen meistens eher ein ruhiges. Mässige Verdunkelung des Zimmers, Fernhalten glänzender Gegenstände, Atropineinträuflung und allenfalls kalte Umschläge dürfte alles sein, was die Nachbehandlung erfordert.

II. Die Extraction.

a. Die einfache Linearextraction (Palucci, Gibson, Fr. Jäger, Travers, von Gräfe).

§ 16. **Vorgang bei der Operation.** Der Kranke wird in liegende Stellung gebracht, bei zu besorgender Unruhe narkotisirt. Nach Fixirung des Kopfes und der Lider durch einen Assistenten (oder nach Einlegung eines Sperrelevateurs) fixirt der Operateur den Bulbus mit der nächst der Cornea in die Bindehaut eingesetzten Waldau'schen Pincette. Die Pupille soll durch wiederholtes Atropineinträufeln erweitert sein, damit nach Abfluss des Kammerwassers noch wenigstens eine mittlere Erweiterung fortbestehe. Zur Bildung der 6 — 9 Mm. langen

Hornhautwunde eignet sich am besten ein gerades oder ein knieförmig gebogenes Lanzenmesser (T. I. F. 3). Der Einstichspunct liege zwischen Centrum und Peripherie der Cornea nach unten oder nach unten-aussen. Die Wunde gehe nicht zu schräg durch die Cornea und jedes ihrer Enden stehe gleich weit vom Hornhautcentrum ab. (Die Wundlinie kreuze den Meridian des Einstichspunctes rechtwinklig.) Nur bei allmählicher Entleerung des Kammerwassers lässt sich auf Weitbleiben der Pupille rechnen. Daher werde beim Zurückziehen der Lanze alles Rotiren oder Drücken vermieden.

§ 17. Handelt es sich um die **Extraction eines geschrumpften** (trockenhülsigen, dicht membranösen, nicht disscindirbaren) S t a a r e s, so wählt man hierzu am besten ein scharf zugespitztes Irishäkchen (T. I. F. 9) oder eine feine, doch hinreichend feste Irispincette (T. I. F. 16 und F. 17). Das Häkchen wird mitten durch die Wunde in meridionaler Richtung vorgeschoben bis an die entgegengesetzte Peripherie der verdickten Kapselpartie, dort gedreht und eingesenkt, wieder um $^1/_4$ oder $^3/_4$ der Achse gedreht, sodann mit seiner Convexität an die Descemet'sche Haut angelehnt und mitten durch die Wunde herausgezogen. Sollte es das Gefasste vor oder in der Wunde auslassen, so vertausche man es mit der Pincette. In manchen Fällen ist es thunlich und dann auch bequemer, die verdickte Kapsel gleich hinter der Hornhautwunde mit einer gerieften oder gezähnten Pincette zu fassen und auszuziehen.

Palucci[1]) hat das Verdienst, zuerst eine Linsenkapsel (nach fruchtloser Reclination) durch eine lineare Hornhautwunde mittelst einer Pincette extrahirt zu haben. Gibson[2]) rieth Kapselstaare durch eine lineare Hornhautwunde mit einem Häkchen zu extrahiren. Unabhängig von ihm und ziemlich gleichzeitig (1813) übte Fr. Jäger die sogenannte partielle Extraction geschrumpfter Staare mittelst Hornhautstich und Irishäkchen. Sichel[3]) und Desmarres[4]) haben solche Staare durch eine Skleralwunde — wie behufs der Reclination, doch mit einem Lanzenmesser gebildet — auszuziehen versucht, ersterer mit einer gewöhnlichen feinen Pincette, letzterer mit einer stärkeren Pincette, deren einer Arm 4—5 Mm. länger war. Später wurde hierzu die sogenannte *Serre-telles* oder *Pince capsulaire* (T. I. F. 11) verwendet. Dieses Verfahren (wie überhaupt alle E x t r a c t i o n s v e r s u c h e d u r c h d i e S c l e r o t i c a-Butter 1783, Bell, Earle, Quadri) verdient nach meiner Erfahrung keine weitere Cultur. Ist die Skleralwunde gross, so steht der Verlust von viel Glaskörper zu befürchten; ist sie klein, so wird die beim Anziehen sich zusammen ballende membranöse Cataracta leicht in der Wunde eingeklemmt, kann nur unter Quetschung des Ciliarkörpers oder gar nicht herausgezogen werden. Ich habe zwei Augen, von einem ziemlich gewandten Operateur dieser Methode unterworfen, zu Grunde gehen gesehen, welche für die Extraction durch die Cornea (nach Palucci und Rosas) die günstigste Aussicht geboten hatten.

Wenn solche geschrumpfte Staare mit den Ciliarfortsätzen, der Iris oder der Cornea zusammenhängen, wie dies letztere namentlich nach penetrirenden Wunden vorkommt, jedoch nicht in zu grossem Umfange, und wenn noch ohngefähr zwei Drittel des Pupillenrandes frei sind, so dringe ich so knapp als möglich an dieser Verbindungsstelle (bei Hornhautnarben noch im Bereiche der Trübung) mit dem Lanzenmesser ein, fasse dann die verdickte Kapsel

---

1) Palucci, Histoire de l'operation de la cataracte faite à six soldats invalides. Paris 1750. und Beschreibung eines neuen Instrumentes, den Staar niederzudrücken. Leipzig 1752. p. 24.

2) Gibson, Pract. observ. on the formation of an artif. pupil etc. London 1811. P. IV.

3) Sichel, Gazette des hôpit. 1840. Nr. 139; Union médic. 1847. Nr. 44.

4) Desmarres, Traité des malad. des yeux. Paris 1847. p. 651.

an der diametral entgegengesetzten Stelle mit dem Häkchen, ziehe davon so viel als ohne Zerrung an der Iris oder an den Ciliarfortsätzen thunlich ist, aus der Kammer heraus, und schneide das hervorgezogene Stück mit der Scheere ab. Der wegen Anwachsung an einem oder dem andern der genannten Gebilde nicht entfernbare Theil schlüpft in seine frühere Lage zurück und gefährdet die Wundheilung nicht, selbst wenn dabei etwas Glaskörper in die Wunde gelangte. Zeigt die Untersuchung, dass das Diaphragma in grosser Ausdehnung mit den Ciliarfortsätzen oder mit der Iris zusammenhängt, so kann man nicht extrahiren; man muss dann, je nach der Dichtheit disscindiren oder dislaceriren (§ 53—61). Otto Becker theilte mir mündlich mit, dass er bei rudimentären Staaren den Einstich nach oben mache, ein kleines Stückchen aus dem Sphincter ausschneide, und sich so bequemen Zugang zu dem Diaphragma schaffe. Es versteht sich von selbst, dass dann das Diaphragma namentlich nach unten weder mit der Iris noch mit dem Ciliarkörper fest zusammenhängen darf.

§ 18. Gilt es, **einen weichen oder einen flüssigen Staar zu entfernen**, so muss nach dem Hornhautstiche zunächst die vordere Kapsel in zweckmässiger Weise geöffnet werden. Diese Eröffnung setzt als unerlässliche Bedingung voraus, dass der freie Theil der *Zonula Zinnii* die normale Widerstandskraft besitze. Bei Luxation der Linse, bei *Synchysis corporis vitrei* kann die Kapsel weder zerschnitten noch eingerissen werden. Zur Eröffnung der Kapsel kann man sich einer geraden oder einer sichelförmigen Nadel (T. I. F. 7, 8), einer Fliette (Gräfe's Cystitom T. I. F. 5) oder eines scharfspitzigen Irishäkchens bedienen. Mit den schneidend wirkenden Instrumenten muss man der Kapsel wenigstens zwei Schnitte beibringen, welche sich unter einem nicht zu spitzen Winkel treffen. Behufs des zweiten Schnittes muss die Spitze des Instrumentes wieder an die Vorderfläche der Kapsel angesetzt werden, was mitunter schwer oder gar nicht gelingt. Man lasse die Spitze niemals weit rückwärts gleiten, damit man ja die hintere Kapsel nicht mit einschneide. Manche zur Linearextraction geeignete Staare haben in der Richtung von vorn nach hinten kaum über 2 Mm. Durchmesser. Das Irishäkchen, einmal mit der Spitze eingedrungen und dann gegen die Cornealwunde angezogen, bringt der Kapsel jedesmal eine Zipfelwunde bei, deren Basis gegen die Cornealwunde hin liegt. Nur wo eine Zipfelwunde gebildet wurde, ist nicht nur für das leichte Austreten der Linsensubstanz, sondern auch für das nachträgliche Zurückweichen der Kapsel aus dem Bereiche der Pupille gesorgt.

Ich bediene mich stets des Häkchens. Hat man gelernt, es beim Zurückziehen flach an die Descemet'sche Haut anzulegen, und, falls es sich verfangen sollte, es so zu entfernen. dass die Convexität vorausgeht, so verliert seine Anwendung jede Beunruhigung für den Operateur, jede Gefährlichkeit. In Fällen, wo bei breiig erweichter Linse die mittlere Partie der Vorderkapsel getrübt und verdickt ist, was bei überreifen Staaren häufig vorkommt, ist das Häkchen geradezu das passendste Instrument, die verdickte Kapsel anzuhaken, aufzuwickeln (durch $^3/_4$ Drehung des Heftes) und herauszuziehen, um sodann die Linse selbst zu entbinden. Will man sich einer Pincette bedienen, so muss die verdickte Kapselpartie nächst der Hornhautwunde gefasst, demnach die eine Branche hier durch die am Rande dünne Kapsel eingestossen werden, um die verdickte Partie an der vorderen und hinteren Fläche fassen zu können. Gibson (l. c. P. III) war der erste, welcher die Entfernung weicher Staare durch eine kleine (6—7 Mm. lange) lineare Hornhautwunde empfahl, wenn nach einer 2—3 Wochen vorher vollführten Disscission die Resorption der Staarreste nicht rasch genug vor sich ging. Et-

was später kam TRAVERS[1]) bei seinen Versuchen, die Gefahren der Lappenextraction zu vermeiden auf den Gedanken, weiche Staare durch einen kleinen linearen Hornhautschnitt zu extrahiren, nachdem er sie mit einer Reclinationsnadel in die vordere Kammer luxirt hatte. Später gab er den vorbereitenden Nadelact auf, eröffnete nach dem Hornhautschnitte (*a quarter section*) gleich mit der Spitze des Staarmessers die vordere Kapsel und liess die Linse, wenn sie hinreichend weich war, durch leichten Druck von aussen austreten, oder führte bei festerer Cataract eine Curette ein, mit der er sie stückweise entfernte. Die harten Cataracten schloss er von dieser Methode aus. TRAVERS war also der eigentliche Vorgänger von GRÄFE's Linearextraction. SANTARELLI[2]) eröffnete die Kammer gleich DAVIEL mit einem Lanzenmesser (doch breiter und nach der Fläche gewölbt) vom oberen Hornhautrande aus, und verwendete die Spitze nach dem Hornhautstiche gleich zur Eröffnung der Kapsel, worauf er die Linse durch Druck auf das Auge entleerte. Er übte diesen Vorgang als allgemeine Methode, ohne Rücksicht auf die besondere Form des Staares. Da er nicht ambidexter war, setzte er sich hinter den tiefer sitzenden Kranken, fixirte dessen Schultern zwischen seinen Knieen, drückte den Kopf gegen die Magengrube, hielt die Lider mit dem Zeige- und Mittelfinger der Linken auseinander, indem er sie zugleich rückwärts drängte, und stiess dann mit der Rechten seine 10 Mm. breite Lanze, welche vorn in eine Spitze von 60° auslief, knapp am obern Hornhautrande in die Kammer. Er durchschnitt somit etwas mehr als den vierten Theil der Cornealbasis und erhielt einen Abstand der Wundwinkel von 10 Mm. Seine Lanze war gerade und an der einen Fläche sanft ausgehöhlt, also der Weber'schen Lanze (§ 18) ähnlich[3]). Er kehrte die hohle Fläche zum Bulbus. Leider blieb die Arbeit des jungen Mannes später unbeachtet, obwohl die Zeichnung allein schon geeignet war, zum Nachahmen anzuregen.

§ 19. **Die Entfernung der Linse geschieht hier durch Druck auf das Auge.** Dabei wird die Integrität der Zonula und der Hyaloidea vorausgesetzt, sonst würde der Druck die Linsensubstanz nicht heraus, sondern mittelst des gegen die Wunde strömenden Glaskörpers seitwärts drängen.

Die lineare Cornealwunde muss klaffen gemacht werden, am besten dadurch, dass man die periphere Wundlefze mit dem Daviel'schen Löffel sanft und allmählich mehr und mehr rückwärts drängt. Wo der hiermit verbundene Druck auf das Auge nicht ausreicht, die Linsensubstanz austreten zu machen, muss man auf die Cornea an der diametral entgegengesetzten Seite drücken, am besten mittelst des Daumens, den man an das obere Lid knapp am freien Rande desselben anlegt (nach Entfernung des Elevateurs).

§ 20. **Zufälle.** Sollte sich's zeigen, dass der Kern der Linse nicht so weich und nicht so klein ist, um die Wunde schon bei dem eben beschriebenen Vorgange zu passiren, so kann man trachten, mit dem Daviel'schen Löffel hinter denselben zu gelangen, und ihn dann unter leichtem Andrücken gegen die Hornhaut entweder herauszuziehen oder erst zu zerdrücken.[4]) Jedenfalls muss man sich dabei hüten, die hintere Kapsel zu sprengen. Dieses Ereigniss würde nicht nur die weitere Beseitigung von Linsenresten durch Druck unmöglich ma-

---

1) TRAVERS, Further observ. on the cataract, medico-chirurg. transact. Vol. V. London 1814.

2) SANTARELLI, Richerche per facilitare il cateterismo e l'estrazione della cateratta, Vienna 1795 und Delle cateratte, Forli 1810; SEELIGER, Uebersicht der verschiedenen Staarausziehungsmethoden. Wien 1828.

3) An einer auf der Wiener Augenklinik aufbewahrten Santarelli'schen Lanze sieht man deutlich die hintere Fläche ausgehöhlt; die Vertiefung beträgt jedoch nur etwa 0,5 Mm.

4) DESMARRES, Clinique Européenne. 1859. Nr. 8.

chen, es könnte auch leicht zu schlechter Wundheilung, zu Iridokyklitis, zu Verlust des Auges durch akute oder chronische Entzündung führen.

Wenn wegen nicht richtiger Schnittführung oder wegen nicht nachhaltiger Atropinwirkung Iris an die Wunde zu liegen kommt, so muss man ein genügendes Stück davon abschneiden, sei es vor, sei es nach Eröffnung der Kapsel, oder auch erst nach Entfernung der Linse. Es handelt sich nicht bloss darum, der Linse die Passage frei zu halten, sondern auch Anlegung und Anheilung der Iris an oder in der Cornealwunde zu verhüten. Beim Fassen und Abschneiden der Iris ist das Auge sorgfältig zu fixiren, um weder Iridodialysis zu bewirken, noch auch mehr, als gerade nöthig ist, vorzuziehen und abzuschneiden. Einheilung von Iris in die Cornealnarbe kann störend auf die Wölbung der Cornea und auf die Wundheilung einwirken und, was wohl noch schlimmer ist, einen lang andauernden Reizzustand durch Zerrung der Iris unterhalten. Kommt dazu noch Reizung durch Linsenreste, so kann das Auge in einen sehr argen Zustand gerathen. So gefahrlos, als man eine Zeit lang meinte, ist also die einfache Linearextraction (nach GRÄFE) durchschnittlich nicht.

Als Varianten der einfachen Linearextraction kann man die Aussaugung flüssiger oder breiartiger Linsen betrachten.

D. LAUGIER[1]) hat 1846 für diese Operation, die er Aspiration oder Suction nannte, und welche nach SICHEL[2]) u. A. schon im grauen Alterthum (Irakenser) geübt worden war, ein pumpen- oder spritzenartiges Instrument erfunden, das vorn in eine hohle zweischneidige etwas gekrümmte Nadel auslief. Diese wurde von der Sklera aus in die hintere Kapsel eingestochen. Da die vordere Kapsel uneröffnet blieb, musste wohl immer ein Nachstaar zurückbleiben.

In neuester Zeit (1864) wurde die Suctionsmethode in England aufgenommen, aber in besserer Weise. M. PRIDGIN TEALE[3]) hat ein Instrument angegeben, das aus einem feinen, etwas gekrümmten Ansatzrohre, einem Kautschukschlauch und einem gläsernen Mundstücke besteht. Nach Punction der Hornhaut mit einer breiten Nadel und ausgiebiger Eröffnung der vordern Kapsel wird die Curette in die Staarmasse eingesenkt und diese vorsichtig ausgesaugt. M. BOWMAN hat zu demselben Zwecke eine Saugpumpe construiren lassen, deren Handhabung sehr bequem ist. — Die Suction wird auch als Nachoperation nach der Disscission angewendet, um die Staarmasse vollständig zu entfernen. Doch bedarf die Anwendung dieser Instrumente die grösste Vorsicht und ist trotzdem mitunter Verlust des Auges beobachtet worden.

§ 21. **Verwendbarkeit.** Man kann durch diese Methode die schönsten Resultate und zwar in kürzester Zeit (8—14 Tagen) erreichen. Nur muss der Staar vollständig (bis auf unbedeutende Reste) und ohne Quetschung der Iris oder Cornea entfernt und das Anheilen von Iris an die Cornea verhütet werden können. Die Excision eines wenn auch kleinen Stückchens Iris führt immer zu einem Colobom, welches dadurch tiefer zu werden pflegt, dass sich die des Sphincters beraubte Partie allmählich gegen die Peripherie hin zurückzieht. Die Hornhautnarbe, um so nachtheiliger durch Diffusion wirkend, je schräger der Schnitt geführt wurde, streicht in Fällen mit Iriscolobom quer durch die Pupille. (Blendung.)

---

1) D. LAUGIER, Ann. d'oc. XVII. 29 und XX. 28.
2) SICHEL, A. f. O. XIV. c. 1.
3) M. PRIDGIN TEALE, Royal L. Ophth. Hosp. Rep. IV. 2. p. 197 und Ann. d'oc. LVII. 47.

Die günstigsten Resultate giebt die Extraction geschrumpfter (rudimentärer) Staare. Daran schliessen sich die freilich etwas seltener vorkommenden flüssigen und die eine kleister- oder breiartige Masse darstellenden Staare (mit oder ohne Kapselverdickung). Bei flüssigen Staaren ziehe ich die einfache Linearextraction der Entleerung mittelst einer »etwas breiteren Nadel« nach GRÄFE[1]) vor, weil der Stich mit dem Lanzenmesser kaum eine bedenklichere Wunde setzt und doch die Anlegung einer Zipfelwunde in der Kapsel sicherer zulässt. Die breitere Punctionsnadel sichert uns übrigens nicht in allen Fällen vor dem Zurückbleiben grösserer Cholestearinmassen, sei es in dem ungenügend eröffneten Kapselsacke, sei es an der filzigen Iris, und auch das Zuwarten, um sie, nachdem sich Kammerwasser angesammelt, durch Oeffnen der Wunde mit einer Anel'schen Sonde mit herauszuspülen, giebt keine verlässliche Abhilfe.

Augen, in denen nach linearer Verwundung der Cornea viel Linsensubstanz zurück bleibt, befinden sich in einem bei weitem weniger günstigen Zustande, als Augen, in denen einfach die Disscission der Kapsel gemacht wurde. Sowie starke Blähung auftritt, wird die Wunde etwas gedehnt, die Wundlefzen erscheinen etwas wulstig (dachförmig zu einander aufsteigend), mehr weniger getrübt, ohne gerade in Eiterung zu gerathen. Iritis, Iridokyklitis, Compression der *Papilla n. opt.* durch Drucksteigerung sind zu fürchten. Es liegt aber die vollständige Entfernung der Linsensubstanz nicht immer in der Macht des Operateurs. Selbst wenn kein harter Kern vorhanden ist und keine Sprengung der Hyaloidea eintritt, gelingt die völlige Ausleerung des Kapselsackes manchmal nicht, entweder weil dieser nicht in hinreichender Ausdehnung geöffnet worden, oder weil die Linsenmasse wegen eigenthümlich zäher oder klebriger, vorher kaum erkennbarer Beschaffenheit sich nicht ganz ausstreifen lässt. Diess gilt namentlich von jener Partie, welche vom Hornhautschnitte peripher gelegen ist und daher in einer Nische uneröffneter Kapselhülle steckt. Diese Partie auszustreifen ist daher manchmal geradezu unmöglich. Man wird es daher begreiflich finden, dass die einfache Linearextraction selbst für weiche Staare nie zu solcher Geltung kommen konnte, wie Manche nach der ersten Publication v. GRÄFE's[2]) darüber erwarten mochten.

§ 22. **Verband, Nachbehandlung.** Die Wunde, obwohl klein und linear und etwas schräg durch die Cornea streichend, erheischt dennoch einen sorgfältigen Verschluss der Lidspalte und Abhaltung des Lidschlages sowie auch Abhaltung von Druck auf das Auge. Sie ist, wenn keine Linsenreste zurück blieben, in 1—2 Stunden verklebt, wie aus der vollständigen Füllung der Kammer zu ersehen, kann aber selbst nach 2—3 Tagen noch durch mässig starken Druck mit dem Daviel'schen Löffel gesprengt werden.

Ich fülle die Augengrube (zwischen Auge, Nase und Augenbrauenbogen) leicht mit Charpie aus und befestige diese mit Leinewandstreifen von etwa 2 Cm. Breite und 15—16 Cm. Länge, an jedem Ende mit etwas Diachylonpflaster bestrichen, das eine Ende unter der Protuberanz des Oberkiefers, das andere am Stirnhügel der entgegen gesetzten Seite anzukleben. Wo ich Ablösen dieser Streifen (durch Unruhe oder Unfolgsamkeit) besorge, lege ich darüber

---

1) GRÄFE, A. f. O. IX. b. 42.
2) A. f. O. I. b.

noch eine Flanellbinde, deren ich mich nach dem Bogen- und nach dem peripheren Linearschnitte bediene. (§ 31.) Wo ich vom Pflaster Ekzem besorge, oder wo ich beim Nachsehen die mit Pflaster bedeckten Stellen geröthet finde, verwende ich bloss die Flanellbinde zur Fixirung der Charpie. Atropin träufle ich erst nach erfolgter Verklebung der Wunde und bei enger gewordener Pupille ein. Nach 3—4 Tagen kann das Auge ohne Verband bleiben. Prof. O. Becker rühmte mir in jüngster Zeit statt der Charpie entfettete Watte (von Bäschlin in Schaffhausen).

Wenn wegen stärkerer Verwundung (Quetschung) oder wegen Zurückbleibens beträchtlicher Linsenreste stärkere Reaction zu besorgen steht oder bereits im Anzuge ist (stärkeres Thränen, gesteigerte Empfindlichkeit gegen Licht, pericorneale Röthe, Schmerzen im Auge, in der Umgebung), so vertausche ich den Charpieverband mit kalten Umschlägen (leichte Compressen oder Eisblase), mache allenfalls eine örtliche Blutentziehung (an der Schläfe, hinter dem Ohre) und verabreiche ein kühlendes Abführmittel, bei grösserer Gefahr einige Dosen Calomel. In jedem Falle wird dann auch das zweite Auge verschlossen, was bei normalem Verlaufe nicht nothwendig ist. Treten die Zeichen von Drucksteigerung ein, so muss Kammerwasser entleert werden, besser durch eine periphere Wunde, als durch Sprengung der früheren; in schlimmen Fällen ist dann der periphere Einstich gleich zur Excision eines Stückes Iris und zur Entleerung von Linsenresten zu verwenden. Der Erfolg ist leider kein sicherer. Die einmal eingeleitete Iridokyklitis kann auch nachher fortdauern und Exsudat setzen, welches in Verbindung mit den Ciliarfortsätzen, der Iris und der Kapsel ein dickes, später schwer zu durchbrechendes Diaphragma zwischen Kammerwasser und Glaskörper bildet und durch concentrische Schrumpfung zur Einwärtsziehung des Ciliarkörpers, selbst der Bulbuskapsel führt. Dadurch kann sogar sympathische Erkrankung des anderen Auges eingeleitet werden.

b. Extraction mittelst Lappenschnittes (Lappenbildung, Daviel).

§ 23. **Vorbereitung.** Die Erwägung, dass zur Heilung einer Wunde, welche nahezu die Hälfte der Hornhautbasis durchsetzt, und welche ein Aufklappen bei Drucksteigerung (von aussen, von innen) leicht gestattet, eine 4- bis 5tägige ruhige Lage, wenn auch mit Unterbrechungen, so wie ein relativ guter Gesundheitszustand behufs Heilung per primam intentionem erforderlich ist, wird uns bestimmen, schon vor der Operation manche Vorkehrungen zu treffen und auf eine Menge Umstände bedacht zu sein, welche bei anderen Operationsweisen wenig oder gar nicht in Betracht kommen.

Daviel[1]) öffnete die Hornhaut unten mit einer spitzigen Lanze, vergrösserte die Wunde mit einer myrtenförmigen Lanzette, später noch mit 2 Scheeren (nach der Fläche und nach der Schneide zugleich gekrümmt), durchschnitt die vordere Kapsel mit einer sehr spitzigen Nadel nach mehreren Richtungen, wohl auch kreisförmig, und entleerte die Linse durch leichten Druck auf das Auge und mit Hilfe des bekannten löffelförmigen Instrumentes. Von 206 Operationen dieser Art bis zum November 1752 waren 182 von glücklichem Erfolge.[2])

1) Daviel, Sur une nouvelle methode de guérir la cataracte par l'extraction du cristallin. Mémoire de l'academie de chirurgie. Vol. II. p. 337—354. 1748.
2) Beer, Repert. III. 132.

La Fayé[1] 1752 und Sharp[2] waren die ersten, welche sich zur bogenförmigen Durchschneidung der Hornhaut blos eines Instrumentes, und zwar eines skalpellähnlichen Messers bedienten.

Erst Berenger[3], A. G. Richter[4], Wenzel[5], Barth[6] und besonders J. G. Beer[7] gaben theils bessere Instrumente, theils bessere Vorschriften für die Ausführung des Hornhautschnittes an.

Durch die Nachforschungen von Anagnostakis[8] ist jetzt erwiesen, dass die Herausbeförderung des Staares aus dem Auge schon zu Galen's Zeiten so gut bekannt war, wie die Entfernung von Blasensteinen, wenngleich nähere Angaben fehlen.

Diese Erwägung kann uns bestimmen, unter Umständen die heisse Jahreszeit zu vermeiden (z. B. bei Fettleibigen), in unruhigen, engen, schwer lüft- oder schlecht heizbaren Zimmern nicht zu operiren, die Pflege durch eine geschulte und verlässliche Person als unumgänglich zu erklären, manche körperliche Zustände, namentlich Husten, asthmatische Beschwerden, Verdauungsstörungen, Anfälle von Epilepsie oder *Tic convulsiv* im *M. orbicularis* u. dgl. als temporäre oder permanente Gegenanzeigen zu betrachten, für gehörige Leibesöffnung vor der Operation zu sorgen, auf die Möglichkeit, dass der Operirte im Liegen nicht werde Urin lassen können, im Voraus bedacht zu sein. Bei Frauen soll man auf zweckmässige Zurechtlegung des Kopfhaares', bei Männern auf die Ablegung von Beinkleidern nicht vergessen. Den Reiz zum Niesen kann man ziemlich sicher dadurch unterdrücken, dass der Operirte bei der ersten Anmahnung dazu den Daumen an das *Foramen incisivum* hinter den Schneidezähnen andrückt und dann einige Minuten mit offen gehaltenem Munde durch diesen athmet.

Das Zimmer, bei der Operation nur von Einem Fenster, doch hinreichend beleuchtet, und so dass nicht etwa plötzlich einfallende Sonnenstrahlen den Kopf des Operirten treffen, werde nachher durchaus mässig verdunkelt gehalten. Man soll sich 2—3 Minuten nach dem Eintreten vollständig orientiren können. Ungedämpftes Licht soll weder durch Spalten (Glinzen) noch plötzlich beim Oeffnen der Thür eindringen. Die Zufuhr frischer Luft soll möglichst erleichtert sein. Das Bett mit Rücksicht auf das länger nöthige Liegen solid hergerichtet, soll zur Operation in die Nähe des Fensters gestellt, nachher allenfalls zurückgeschoben oder getragen werden können. Während der Operation soll der Kopf nicht zu tief in weiche Kissen einsinken können, weil sonst die Führung der Instrumente und das Fixiren des Kopfes durch den Assistenten erschwert wird. Am Auge selbst — die genaue Bestimmung der Cataracta und etwaiger Complicationen im Bulbus vorausgesetzt — ist nachzusehen, ob nicht Zustände vorhanden seien, welche die Wundheilung gefährden können und sich füglich beseitigen lassen. Hierher gehört vor Allem Thränenstauung, zumeist durch chronisch-katarrhalische Entzündung im Thränenschlauche bedingt. Durch wiederholte Beobachtung gewarnt, habe ich in den letzten Jahren nie mehr eine grössere Hornhautwunde angelegt, ohne die Thränenwege geprüft und das vorgefundene Hinderniss behoben oder doch vermindert zu haben. Bindehautkatarrh und Blepharadenitis sind zu heben oder doch zu vermindern. Bei chronischer Bindehautblenorrhoe (*granul. Ophthalmie*, *Trachoma* mancher Autoren), welche sich manchmal kaum in Jahren würde ganz beseitigen lassen, habe ich in einigen Fällen, selbst wenn *Pannus* — nur nicht florid — vorhanden war, mich zur Operation entschlossen und doch gute Wundheilung erhalten (2 mal bei Lappen- 1 mal bei peripherer Linearextraction).

---

1) La Fayé, Mém. de l'acad. de chir. Vol. II. p. 563. 1752.
2) Sharp, Philos. transact. Vol. 48. P. I. p. 161.
3) Berenger, Sabatier et Martin, Dissertatio de variis cat. extrahendæ modis. Parisiis 1759.
4) A. G. Richter, Abhandlung von der Ausziehung des grauen Straares. Göttingen 1773.
5) Wenzel, Dissert. de extract. catar. Parisiis 1779.
6) Barth, Ueber die Ausziehung des grauen Staares. Wien 1797.
7) J. G. Beer, Lehre von den Augenkrankheiten. Wien 1792.
8) Anagnostakis, Contributions à l'hist. de la chir. oculaire chez les anciens. Athénes 1872.

Auf einwärts gewendete so wie auf zufällig in den Bindehautsack gerathene Wimpern ist stets acht zu geben.

Nie unterwerfe man ein Auge der Extraction, bevor man sich überzeugt hat, dass kein Glaucom vorhanden sei. In einem seit längerer Zeit bloss cataractösen Auge kann sich kurz vor der Operation *Glaucoma simplex* entwickelt haben. Dann muss die Iridektomie 6 bis 8 Wochen früher gemacht werden. Glaskörperverflüssigung erheischt nur die Vorsicht, dass man den Patienten nicht sitzend operirt.

Die Pupille behufs der Operation zu erweitern, erscheint zulässig, sofern die Wirkung keine sehr nachhaltige ist, nützlich jedoch nur dann, wenn die Schnittführung wegen Enge der Kammer schwer wäre. Die Narkosis kann wohl umgangen werden. Personen, welche vernünftigem Zureden vor und bei der Operation nicht zugängig sind, werden das nach der Operation nothwendige Verhalten kaum einhalten. Man kann indessen nicht sagen, die Narkosis sei geradezu nachtheilig, selbst wenn sie Erbrechen zur Folge hätte; man müsste während derselben, wie JAKOBSON gerathen, einen Ballen Charpie mit der Hand angedrückt halten.

Von Instrumenten hat man sich zur Hand zu legen oder durch einen Assistenten reichen zu lassen: die Fixationspincette, sofern man es nicht vorzieht, auch den Hornhautschnitt ohne Fixation auszuführen, ein unmittelbar vorher an einem dünnen Leder geprüftes Staarmesser (nach BEER T. 1 F. 1), eine gerade oder sichelförmige Staarnadel oder Gräfe'sche Fliete (T. 1 F. 6, 8, 5), ein scharfspitziges Irishäkchen (T. 1 F. 9), eine gerade gezähnte und eine krumme Irispincette, eine seicht auf die Fläche gebogene kleine (Louis'sche) Scheere und einen Daviel'schen Löffel (T. 1 F. 22 und 15). Ein Glas frischen Wassers, ein Fläschchen mit Essig oder Eau de Cologne, etwas Leinwandflecke, Charpie, Pflasterstreifen und Flanellbinde sollen bereit sein. Ausser dem ärztlichen Personale (mindestens einem wohlunterrichteten Assistenten) und der Wärterin soll während der Operation Niemand zuschauen; es geschieht sonst leicht, dass man durch das Zusammenstürzen eines Ohnmächtigen erschreckt und gestört wird.

BARTH in Wien, ALEXANDER in London, SANTARELLI u. A. operirten wohl auch ohne Gehilfen, ALEXANDER und SANTARELLI indem sie sich hinter den Kranken stellten, und von oben herabreichten, BARTH (stehend) indem er den Kranken an eine hohle Ecke drängte.

§ 24. **Lage des Patienten, Stellung des Operateurs.** Bis vor wenig Jahren war es, wenigstens auf dem Continente, allgemein üblich, den Patienten auf einem Stuhle sitzend zu operiren und erst nachher ins Bett zu bringen. Gegenwärtig ziehen es die meisten Operateure vor, den Patienten in eine mehr weniger liegende Stellung zu bringen, und zwar auf einem eigenen Operations-Stuhle oder im Bette, wie dies übrigens in längst verschollener Zeit auch schon POYET, PAMARD u. A., wenn auch aus anderen Gründen gethan hatten.

Ich operire seit 15 Jahren ohne Ausnahme den Patienten im Bette und meistens schon in der Lage, welche er nach der Operation einnehmen soll. Die erste Operation in dieser Stellung habe ich 1842 im Prager Krankenhause gemacht in einem Falle, wo ich die Extraction als die bessere Methode dargestellt, aber übersehen hatte, dass die sehr corpulente Kranke wegen verkrüppelter Unterextremitäten nachher nicht ins Bett werde steigen können. Einmal belehrt, dass das Operiren in dieser Stellung kaum schwieriger sei, als im Sitzen, wählte ich dann die Bettlage zunächst in jenen Fällen, wo ich wegen Verdickung der vordern Kapsel die Wahrscheinlichkeit von Glaskörperaustritt voraussah (1844). Als öffentlicher Lehrer (vom Jahre 1846 an) behielt ich den früheren Modus als Regel bei, weil mir dabei den Studenten die Einsicht in den Vorgang erleichtert zu sein schien. Doch die Vortheile, welche für den Kranken aus der liegenden Stellung erwachsen, und welche ich bereits auf S. 312 im II. Bd. meines Buches aufgezählt habe, bestimmten mich schliesslich (1857), das Extrahiren in sitzender Stellung ganz aufzugeben, ja dies auch bei anderen Operationen, namentlich bei der

Iridektomie zu thun. Leute, welche vor Angst oder Alter leicht zittern, sind in der Rückenlage weit ruhiger und leichter ruhig zu erhalten; sie sind eher im Stande ruhig fortzuathmen und die unwillkürliche Action der Augenmuskeln, namentlich des *M. orbicularis* zu unterlassen oder zu mässigen. Sie klammern sich nicht krampfhaft am Stuhle, an ihren Unterextremitäten an. Kommt es zur Ruptur der Hyaloidea, so ist der Patient bereits in jener Lage, in welche man ihn, wenn er sass, erst bringen müsste, um die dadurch nothwendig gewordenen Manipulationen vornehmen zu können. Beim Uebersteigen aus dem Operations-Stuhle oder Bette ist man vor Verschiebung der Wundränder durchschnittlich nicht so sicher, als wenn der Patient bereits in der Lage ist, in welcher er mindestens einige Stunden bleiben muss.

Nach dem allgemeinen Grundsatze, dass man alle Operationen in möglichst passender und bequemer Stellung vornehmen soll, müssen jene Operateure, welche sich zur Führung des Messers nur der rechten Hand bedienen können, behufs der Operation des linken Auges vor und neben, zur Operation des rechten aber hinter dem Kopfe des Patienten postiren. Ich ziehe es mit Beer, Rosas, Fr. Jäger, J. N. Fischer u. A. vor, das linke Auge mit der rechten, das rechte mit der linken Hand zu operiren und setze mich oder stehe an der Seite (gewöhnlich der rechten) des Patienten. Das Bett steht einige Fuss vom Fenster, längs desselben, doch mit dem Fussende näher zum Fenster.

Ich muss mich gegen den Ausspruch v. Gräfe's[1]) erklären, »dass in der Ausbildung einer Ambidextrie kein Vortheil für die Zweckerreichung bei den Augenoperationen liege«, und dass demnach »angehende Augenärzte nützlicheren Uebungen nachgehen mögen, als wie sie in dem Kampfe gegen die natürlichen Vorrechte unserer rechten Hand finden können.« Im Gegentheil: ich rathe jedem angehenden Augenarzte, sich so viel als möglich im Operiren mit der linken Hand zu üben, und nur dann, wenn er die dazu nöthige Fertigkeit nicht erlangen kann, das Messer bloss mit der rechten Hand zu führen. Es sind mir in meinen durch mehr als 20 Jahre abgehaltenen Operationscursen nur wenige Aerzte vorgekommen, welche nach richtiger Anleitung und Uebung noch eine erhebliche Differenz in der beiderseitigen Handhabung des Messers oder der Nadel darboten; allenfalls das Abschneiden der Iris mit der Scheere machte noch Schwierigkeiten. Ich habe auch nicht wahrgenommen, dass meine Assistenten die Operationen an Lebenden mit der linken Hand durchschnittlich minder gut ausgeführt haben. Wem Jahr aus Jahr ein immer ein und derselbe Assistent zu Gebote steht, der braucht die Geschicklichkeit seiner linken Hand allerdings nicht zu cultiviren; der Assistent ersetzt ihm dieselbe fast unter allen Umständen. Wer aber mit dem Assistenten wechseln, wer froh sein muss, einen halbwegs unterrichteten Assistenten zur Hand zu haben, der ist gar oft in der Lage, sich auf seine eigenen Hände allein zu verlassen. Das Hervorziehen und das richtige Halten einer vorgezogenen Partie der Iris mit der linken Hand, wenn man im richtigen Moment mit der rechten abschneiden will, erfordert meines Erachtens eben so viel Sicherheit und Leichtigkeit der betreffenden Hand, als die Führung eines Messers oder einer Nadel. Man muss nur gleich bei den ersten Uebungen die Finger der linken Hand in gleicher Weise wie die der rechten an das Instrument anlegen, die Hand ebenso auf den kleinen Finger stützen, den Ellbogen an den Oberkörper anlegen oder doch wenigstens nicht mehr als nöthig emporgehoben halten. Ich theile übrigens nicht die Ansicht, dass alle, welche sich der linken Hand zum Operiren bedienten, »sich technische Schwierigkeiten aus Gefallsucht oder falscher Ueberlegung schufen«. Bei gar Vielen, welche technische Beschäftigungen treiben, würde man weder den einen noch den anderen dieser Gründe für die Gewandtheit und Sicherheit der linken Hand supponiren können.

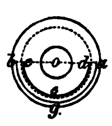
---

1) A. f. O. XII. a. 157.

§ 25. **Vorgang bei der Operation.** (Bogenschnitt nach unten, am linken Auge.) Der Assistent, zu Häupten des Kranken stehend, so dass er genaue Einsicht in den Gang der Operation nehmen kann, schlägt seine rechte Hand von rechts her flach über das Kinn, so dass er mit dem Zeigefinger das untere Lid abwärts ziehen kann, ohne es zu umstülpen. Die übrigen Finger werden so an die Wange gelegt, dass sie den Operateur nicht hindern. Die linke Hand, gegen die Ulnarseite gebeugt, erfasst mit dem Zeigefinger das obere Lid in dem Momente, wo der Operateur den Kranken gerad aus schauen heisst. Die Kerbe zwischen 1. und 2. Glied kommt an die Augenbraue, die Spitze des Fingers an die Cilien; mit jener wird die Augenbraue median- und aufwärts gezogen, mit der Spitze wird der Lidrand sanft gehoben, doch nicht vom Bulbus abgezogen. Der bei dieser Fixirung stattfindende Druck trifft den Augenhöhlenrand, nicht den Bulbus. Um das Ausgleiten zu verhindern, kann der Finger mit einem Leinenfleckchen umhüllt werden. Zöge man es vor, ohne Fixationspincette zu operiren, so fixirt der Operateur das untere Lid mit dem Zeigefinger und legt den Mittelfinger in der Gegend des Lidbandes, die andern 2 Finger auf der andern Gesichtshälfte an. Das Fixiren des Bulbus, besonders seit Gräfe wieder gebräuchlich, hat im 1. Momente nur Vor- keine Nachtheile.

Hätten Beer und seine zahlreichen Schüler bessere Fixationsinstrumente gekannt, als den Doppelhaken von Beranger, Le Cat's Pincette, Pamard's Spiess, Kumpelt's Fingerhut, Onsenoort's Ring u. s. w., welche entweder durch Zug und Zerrung oder durch Druck auf den Bulbus wirken mussten, um ihre Aufgabe zu erfüllen, so würden sie gewiss sich nicht so entschieden gegen alle Ophthalmostaten überhaupt erklärt haben.[1]) Diese können indessen bei der Extraction mit dem Bogenschnitte viel leichter entbehrt werden, als bei der peripheren Linearextraction und namentlich bei der Iridektomie. Vergl. § 41. Die Fixation mittelst Hakenpincetten wurde von Pétrequin[2]) (nach Bonnet's Vorschlage) eingeführt.

Fig. 2.



Ideal des Bogen = 0 Lappenschnittes. Cornealdurchmesser = 12 Mm. Der punctirte Kreis = Linsenrand. *a* Ein-, *b* Ausstich an der Vorderfläche. *agb* Verlauf des Bogens äusserlich. *d* Ein-, *c* Ausstich in der M. Descem. *oe* Höhendurchmesser der Oeffnung.

§ 26. **Im ersten Momente** fasst man mit der Fixationspincette die *Conjunctiva bulbi* nahe unter der Hornhaut und sticht das Messer mit abwärts gerichteter Schneide knapp innerhalb des Limbus ein. Die Ebene, in welcher man das Messer durchzuführen hat, ist die Ebene, welche man sich durch den Rand des Limbus streichend zu denken hat. In dieser Ebene medianwärts vorgeschoben, dringt das Messer innerhalb des Limbus wieder bis an die Oberfläche. Hiermit ist die Contrapunction gewonnen und man kann weiterhin die Pincette allenfalls entbehren. Das Heft des Messers wird nach der Contrapunction etwas gegen die Schläfe gesenkt, um den Schnitt durch weiteres Vorschieben der Klinge beenden zu können; denn das Messer wirkt wie ein Keil. Dabei soll der Bulbus nicht vorgezerrt, nur ein wenig auswärts gedreht werden. (Diese Wendung des Messers hat bereits Beer, Repertor. III. angegeben). Falls ein weiteres Vorschie-

1) Beer, l. c. II. 349.
2) Ann. d'ocul. T. VII. p. 34.

ben nicht möglich wäre, weil der Mittelfinger bereits am äusseren Orbitalrande anstösst, so kann man entweder die drei Finger nach einander etwas weiter rückwärts am Hefte anlegen, oder, was leichter und auch zulässig ist, den Schnitt durch Zurückziehen und Abwärtsdrücken der Spitze beenden. In keinem Falle soll der Schnitt jäh beendet, in keinem Falle die Cornea gezerrt werden. Der Assistent hat das Lid sinken zu lassen, sobald der Schnitt in der Beendigung begriffen ist. Nach beendetem Schnitte wird der Kranke angewiesen, das Auge so wie zum Schlafen zu schliessen.

Bei diesem Vorgange wird die Wunde circa 9 Mm. lang und kann reichlich auf 4 Mm. aufklaffen. Diese Oeffnung in der Descemet'schen Haut gestattet daher den grössten Staaren leichten Durchgang. Für kleinere, an der Peripherie erweichte oder theilweise verflüssigte Staare ist eine so grosse Oeffnung nicht nöthig, können mithin Ein- und Ausstichspunct weiter unter dem horizontalen Durchmesser der Cornea angebracht werden. Steffan[1]) meinte, man müsse den Ein- und Ausstichspunct in den Skleralbord (circa 1 Mm. von der Cornealgrenze entfernt) verlegen, um für grosse und harte Staare die nöthige Wundlänge zu erhalten. Indem er auch den Scheitelpunct des Bogens gerade in die Corneaskleralgrenze verlegte, konnte er allerdings ohne Gefahr für das nöthige Aufklappen der Wunde den Ein- und Ausstichspunct um 1,5 Mm., bei kleinen Cataracten sogar um 2 Mm. unterhalb des horizontalen Hornhautdurchmessers anbringen, musste dann aber nothwendiger Weise auch Iris excidiren (vergl. § 35 Jakobson), wodurch eben ein Hauptvorzug der sogenannten Lappenextraction geopfert wurde, ohne dass man grössere Sicherheit für guten Wundschluss erhielt. Es ist übrigens viel leichter, die Consistenz als die Grösse einer Cataracta im Auge zu diagnosticiren. Ein Schnitt, auf die normale Grösse berechnet, kann sich nachher vielleicht als überflüssig gross erweisen, aber das ist entweder gar nicht oder doch lange nicht in solchem Grade nachtheilig, als wenn sich der Schnitt, zu klein angelegt, erst dann, wo sich die Linse einstellen soll, doch als ungenügend erweist. Dies gilt, da ich wohl nicht mehr darauf zu sprechen kommen werde, nicht nur von dem Bogen-, sondern auch von dem Linearschnitte.[2])

Wenn die vordere Kammer eng ist, kann man leicht verleitet werden, das Messer zu schräg einzustechen, um die Iris nicht zu spiessen. Es ist daher gerathen, das Messer beim Einstechen etwas steiler anzusetzen und erst dann in die genannte Ebene zu bringen, wenn man fühlt und sieht, dass man mit der Spitze in der Kammer ist. Dieses Manöver erfordert etwas mehr Gewandtheit, ist aber für die richtige Grösse der Wunde sicherer. Ein Umbiegen oder Abbrechen der Spitze bei dieser Wendung mag wohl nur bei schlechtem Stahle oder bei sehr ungeschickter Handhabung vorgekommen sein.

Der Ausstich kann zu früh, zu spät, zu tief unten erfolgen. Da man die Spitze des Messers immer unter Wasser (unter der convexen Cornea), also nicht am wahren Orte sieht, so hat man sich behufs ihrer Direction nicht nach der Stelle, wo die Spitze gesehen wird, sondern nur nach der Lage der Klinge relativ zur Operationsebene zu richten. Bemerkt man trotzdem zu frühen oder zu späten Ausstich, so muss man das Messer ein wenig zurück ziehen, um an der richtigen Stelle auszustechen, dabei aber niemals mit der Klinge in toto rückwärts drücken, weil sonst die Wunde gelüftet wird, Kammerwasser ausströmt, Iris vor die Schneide der Klinge zu liegen kommt. In letzterem Falle kann man die Gefahr, Iris zu excidiren, oft noch dadurch beheben, dass man den Schnitt unter gelindem Drucke auf die Cornea (mit dem Mittelfinger) beendet. Die momentane Abplattung der Cornea bewirkt Zurückweichen der Iris. Die Excision der Iris würde nur Difformität der Pupille zur Folge haben. Dränge die Spitze

1) Erfahrungen und Studien über die Staaroperation. 1867.
2) Arlt, A. f. O. III. b. 96 und 97, anatomische Verhältnisse.

oberhalb des horizontalen Durchmessers durch, so dass man mehr als die Hälfte der Cornealbasis in den Schnitt bekäme, so müsste man sie jedenfalls zurückziehen und tiefer unten einsetzen. Bei zu tief unten erfolgtem Ausstiche kann die Correctur sogleich in analoger Weise oder erst nach vollendetem Schnitte vorgenommen werden. Vergl. § 28. Wird eine zu starke Rück- oder Vorwärtsneigung der Schneide gleich nach der Contrapunction bemerkt, so kann man sie durch leichte Drehung des Heftes um die Achse corrigiren; ist das Messer schon weit vorgedrungen, so ist die Correctur erst nach beendetem Schnitte zulässig. Vgl. § 28 und 29.

Das Beer'sche Messer wirkt nicht wie andere Messer durch mehr oder weniger Druck auf die Schneide beim Vorschieben; es wirkt als keilförmiges Instrument dadurch, dass die Kraft blos auf die Spitze gerichtet wird. Deshalb muss es auch anders gehalten und anders geführt werden. Die Finger dürfen nur an den Seiten, nie am Rücken angelegt werden. Mittel- und Zeigefinger werden mehr am vorderen Ende des Heftes neben einander (nicht dicht), der Daumen ihnen gegenüber angelegt, alle mit der Volarfläche und alle in mittlerer Beugung. Der kleine Finger wird an die Protuberanz des Oberkiefers (oben) als Stütze der Hand mit der Ulnarseite angelegt, so dass der Messerrücken in der Verlängerung des horizontalen Hornhautdurchmessers verläuft. Behufs des Einstiches werden die Finger stärker gebeugt, durch Uebergang der Finger aus der stärksten Beugung in die stärkste Streckung wird das Messer durch die Kammer geführt; erst nach erfolgtem Ausstiche darf es etwas gegen die Schläfe gesenkt werden. Will man den Schnitt im Zurückziehen des Messers beenden, so muss das Heft etwas aufwärts bewegt werden, damit ein Druck auf die Schneide ausgeübt werden könne.

Würde man das Heft nach der Contrapunction nicht etwas gegen die Schläfe senken, also auf die Spitze nur nach innen und nicht zugleich auch nach vorn wirken, so würde man, die Wirkungsweise des Keiles verkennend, die Hornhaut medianwärts schieben. Würde man blos auf die Schneide wirken, ohne den Bulbus an der diametral entgegengesetzten Stelle fixirt zu haben, so würde das Messer senkrecht durch die Cornea (von hinten nach vorn) gehen, und wohl auch die Lappenhöhe mehr weniger beeinträchtigen. Es bliebe dann unten ein breiter Hornhautsaum zurück. Wunden, welche senkrecht durch die Cornea gehen, klaffen aber, wie Weber gezeigt hat, relativ mehr, als solche, welche die Cornea schräg durchsetzen. § 41.

Seit ich die Operation beider Augen in einer Sitzung aufgegeben habe, schliesse ich, wie unter Anderen schon Himly empfohlen, das andere Auge, gleichviel ob es sieht oder nicht, schon vor der Operation mit Charpie und Heftpflasterstreifen. Die Kranken vertragen so das zur Operation nöthige Licht leichter und verhalten sich während und nach derselben mit den Lidern und wahrscheinlich auch mit den Augen ruhiger. Ich empfehle diesen Vorgang besonders bei ängstlichen Personen, welche mitunter ganz confus werden, wenn man sie anweist, das Auge in einer bestimmten Richtung zu halten.

Rosas[1]), Fr. Jäger (1825) u. A. haben dem schon von Wenzel[2]) bisweilen geübten Bogenschnitt nach oben unbedingt den Vorzug gegeben. Rosas hat die Gründe dafür l. c. p. 221 ausführlich aufgezählt. Ich habe den Schnitt nach oben mindestens eben so oft geübt, als den nach unten, in den Resultaten aber schliesslich keinen Unterschied gefunden. Bei sehr tiefer Lage des Bulbus lässt sich der Schnitt nach oben mitunter gar nicht ausführen, und bei Glotzaugen streift nicht selten der Rand des oberen Lides gerade an die Wunde oder Narbe, was bei uncorrectem Wundschlusse, namentlich bei *Prolapsus iridis* zu sehr langem Verbinden des Auges nöthigt.[3])

Dass der ebenfalls von Wenzel und zwar häufig geübte seitliche Bogenschnitt nur

1) Rosas, Handbuch der Augenheilkunde. Wien 1830. III. 221.
2) Wenzel, Traité de la cataracte avec des observations etc. Paris 1786. »Section de la cornée par en haut« necessaire dans quelques cas.
3) Arlt, Krankh. II. 322.

imaginäre Vortheile bieten kann, jedenfalls aber nicht vermag, die eigentlichen Gefahren der Lappenbildung überhaupt zu vermeiden, ist abgesehen von theoretischen Gründen, durch hinreichende Erfahrungen erwiesen. PALUCCI[1]) hatte zum Hornhautschnitt ein dem Beer-schen ähnliches, doch viel schmaleres Messer erfunden, welches sich an einer lanzenförmigen Nadel vorschieben liess, und somit die erste Idee zu dem später von FR. JÄGER angegebenen Doppelmesser gegeben.[2])

§ 27. **Im zweiten Momente** handelt es sich darum, dass die vordere Kapsel schnittweise eröffnet werde, so dass Zipfel entstehen, welche beim Austreten der Linse grösser werden und nachher aus dem Bereiche der Pupille gegen die Peripherie rücken können. Ist die mittlere Partie der Kapsel verdickt und getrübt, wie oft bei überreifen Staaren, so muss diese Partie mit einem spitzen Irishäkchen oder mit einer scharfen gezähnten Pincette gefasst und herausgezogen werden, wobei man darauf gefasst sein muss, dass die ganze Kapsel sammt der Linse folge.

Zur schnittweisen Eröffnung der Kapsel bedient man sich einer zweischneidigen geraden oder sichelförmigen Nadel oder einer Fliete. Sie setzt normalen Widerstand der Zonula als Bedingung voraus. Vergl. § 18.

Sobald der Operateur die Nadel in die Hand genommen, in ähnlicher Weise, wie das Messer, und der Kranke der Weisung folgt, den Blick geradaus oder etwas aufwärts zu richten, verwendet er die zweite Hand zur Fixirung des Bulbus mit der Pincette, falls dies wegen Unruhe des Auges wünschenswerth erscheint, oder zur Fixirung eines der Lider. Für letzteren Fall ziehe ich es vor, das obere Lid selbst zu übernehmen, mit dem von der Stirn des Patienten herabgreifenden Daumen der zweiten Hand. Der Assistent hat nur die Fixation des unteren Lides zu übernehmen. Die Nadel, von Daumen, Mittelfinger und Zeigefinger in mässiger Streckung gehalten, wird mit der Spitze in die Nähe des medialen Wundwinkels gebracht, indem man die Hand mit der Dorsalfläche der letzten zwei Finger unterhalb der *Fossa canina* anlegt, wobei also das Heft von innen oben und nach unten aussen streicht. Es ist jetzt leicht, die Nadel durch eine kleine Bewegung der ersten drei Finger in die Wunde einzuschieben, (welche man durch gelinden Druck auf das obere oder untere Lid ein wenig klaffen macht) und bis an die höchste Stelle der Pupille oder auch etwas darüber (aus- und aufwärts) zu bringen. Bei dieser Bewegung der Nadel, deren Flächen beim Eingehen nach vorn und hinten sehen, kommt dieselbe mit ihrer Breitseite, nicht mit der Spitze zuerst in die Kammer, kann somit das Anspiessen der Iris leicht vermieden werden. Bedient man sich einer sichelförmigen Nadel oder eines Häkchens, so ist es die Convexität, welche vorausgeht. Ginge man in einer mehr horizontalen Richtung ein, so würde man mit dem Instrumente nicht hoch genug hinauf kommen und die Kapsel nur in ihrer unteren Hälfte eröffnen können.

Sobald die Spitze des Instrumentes an der gewünschten Stelle angelangt ist, genügt eine leichte Pronationsbewegung der Hand, dieselbe so zu stellen, dass eine leichte Biegung der ersten drei Finger hinreicht, die Kapsel von oben nach unten zu zerschneiden (mit dem Häkchen einzureissen), ohne dass dabei ein erheblicher Theil der Kraft rückwärts wirkt. Dass der verticale Schlitz gelungen, erkennt man nicht nur am Gefühle der operirenden Hand, sondern auch meistens daraus, dass die Linse ein wenig mehr vorwärts rückt.

Soll nun der Kapsel ein zweiter Schnitt beigebracht werden, welcher den ersten unter einem nicht zu spitzen Winkel trifft, so muss die Spitze der Nadel zuerst aus dem Kapselsacke herausgezogen und an einer zweiten Stelle auf dessen Vorderfläche aufgesetzt werden.

---

1) PALUCCI, Descr. novi instrumenti pro cura cataractae. Viennae 1763.
2) Vergl. Ann. d'ocul. J. X. 210. u. Taf. 1. Fig. 1—6.

Die bequemste und vollkommen entsprechende Stelle ist eine nächst dem Pupillarrande an der Nasenseite gelegene. Die Führung der Nadel von da nach aussen ist leicht, ohne dass man in die Lage kommt, rückwärts drückend zu wirken, was nicht der Fall sein würde, wenn man den horizontalen Kapselschnitt von der Schläfenseite her ausführen wollte. Schwieriger ist es, sicher zu sein, dass man die Nadelspitze wieder an die Vorderfläche gebracht hat. Man braucht indess nur die Nadel nach Vollendung des verticalen Schnittes in der Richtung des Heftes herauszuziehen und neuerdings in mehr horizontaler Richtung einzuführen, um die Nadelspitze an der gewünschten Stelle vor der Kapsel zu haben. — Nach zipfelförmiger Eröffnung der Kapsel wird die Nadel in der Richtung des Heftes, also nach unten-aussen zurückgezogen, das Häkchen dagegen erst nach einer Vierteldrehung um die Achse und so, dass die Convexität abwärts sieht, nach unten oder nach unten-innen herausgeleitet. Das Auge wird wieder leicht geschlossen. CONRADI [1]) suchte aus der Mitte der vorderen Kapsel ein kreisrundes Stück mit einer Nadel auszuschneiden und dann zu extrahiren.

§ 28. **Im dritten Momente** hat man die Aufgabe, die Linse durch gelinden Druck auf das Auge austreten zu machen, falls sie nicht schon zu Ende des zweiten Momentes herausschlüpfte oder sammt der Kapsel mit dem Häkchen extrahirt wurde. Dies setzt voraus, dass nicht nur die Hornhaut und die vordere Kapsel gehörig geöffnet wurden, sondern auch dass die Hyaloidea unverletzt und dass die Linse nicht verschoben worden sei. Hindernisse von Seite der Iris müssen durch Spaltung oder durch Excision (einer kleinen Partie) des Sphinkters beseitigt werden. [2]) Dann genügt ein gelinder Druck auf das Auge, die Linse um ihre horizontale Achse etwas zu drehen, so dass der untere Rand in die Wunde gedrängt und die Linse ganz heraus geschoben werde. Diesen Vorgang befördert der Operateur am besten dadurch, dass er den Zeigefinger der einen Hand an das untere, den Daumen der anderen an das obere Lid anlegt, so dass er durch Vorschieben des freien Lidrandes gegen die Wunde die Linse gleichsam herausstreifen, aber damit auch sogleich nachlassen kann, sobald die Linse mit ihrem grössten Durchmesser die Oeffnung passirt.

Ich habe dieses Ausstreifen mittelst des Lides, welches Manche als v. GRÄFE datirend angeben, bereits im zweiten Bande meines 1853 redigirten Handbuches beschrieben, nachdem ich es ohngefähr seit 1848 geübt hatte.

In diesem Momente achte man ganz besonders darauf, dass der Kranke ruhig fort athme und nichts vornehme, was Stauung in der *Vena cava descendens* verursacht (Zusammenkneifen des Mundes, der Zähne, heftiges Schreien, gepresstes Anhalten des Athmens u. dgl.).

Um diesen Vorgang gut zu begreifen, halte man sich gegenwärtig, dass die Linse nach richtiger Eröffnung der Cornea und der Kapsel zwischen zwei glatten Flächen eingeklemmt liegt. Die eine ist die Hornhaut, da die nachgiebige Iris und die Kapselzipfel nicht in Betracht kommen, die andere die Zonula und die Hyaloidea mit der hinteren Kapsel. Wird die Spannung der Zonula und Hyaloidea gesteigert, doch nicht so, dass es zur Berstung derselben kommt, so findet die Linse nur an der undurchtrennten Hornhauthälfte Widerstand; sie wird daher gedreht, unten vorwärts gedrängt, und muss bei länger anhaltendem oder noch etwas gesteigertem Drucke aus der Oeffnung heraustreten. Diesen Vorgang habe ich bereits 1848 demonstrirt. Ich hatte 1846 in Wien gesehen, dass Professor v. ROSAS, wenn sich die Linse

---

1) CONRADI, Ausziehung des gr. St. 1791. BEER's Repert. III. 183.

2) Gegen krampfhafte Verengerung der Pupille empfahl SCHIFFERLI (Dissertatio de catar. Jenae 1796) das schon von LODER angegebene Infusum herbae belladonnae (schon von PLINIUS wird der mydriatischen Wirkung der Pimpernelle erwähnt).

nicht schon auf Druck an das untere Lid einstellte, seine Sichelnadel oben an die Cornea anlegte. Der Zweck war leicht zu errathen. Die Linse wurde gestürzt.

Nach beendetem Hornhautschnitte wird das Kammerwasser heraus-, werden Iris und Linse an die Cornea angedrängt. Dies geschieht nicht, wie noch immer gelehrt wird, durch ein sich Zusammenziehen der Cornea und Sklera, sondern dadurch, dass nach Eröffnung seiner Wand der Bulbus durch die ihn umschliessenden Muskeln, insbesondere durch den *M. orbicularis* comprimirt wird. In Fällen, wo eine solche Compression nicht erfolgt, demnach Iris und Linse nicht vorrücken, bemerkt man, dass die Cornea durch den Druck der Atmosphäre eingedrückt wird. Man bezeichnete diese Erscheinung als Collabiren der Cornea und schrieb sie einer dünnen Beschaffenheit der Cornea zu, brachte sie wohl auch mit einer dünnen welken Haut in Verbindung (Gräfe, Mooren). Aber die Grundursache ist die Abnahme des Orbitalfettes, Zurückgesunkensein des Bulbus, daher verminderter Einfluss der Muskeln, in specie des *M. orbicularis*. Niemals sieht man das sogenannte Collabiren an Glotz- oder an stark kurzsichtigen Augen, selten fehlt es, wenn die Basis der Cornea nahezu bis zu einer Linie zurückgesunken ist, welche man sich vom *Margo orbitalis* der Schläfenseite bis zum inneren Lidbande gezogen denkt. Nach Jakobson ist das Collabiren der Cornea eine sehr häufige Erscheinung, wenn man, wie er, alle Extractionen in der Narkosis vornimmt, (also die Muskelaction beseitigt). Der Collapsus verschwindet, wenn man nach Entfernung der Linse den erst von Adam Schmidt, dann von Rivaud-Landrau [1]) zuletzt wieder von Hasner [2]) empfohlenen Glaskörperstich vornimmt. [3]) Man beobachtet den Collapsus auch bei jeder beliebigen Tief- oder Flachlage des Bulbus, wenn man die Eröffnung der Kammer an Augen vornimmt, bei denen in Folge von Iridokyklitis hinter der Iris ein starres Diaphragma vorhanden ist, welches dem Vorgedrängtwerden des Glaskörpers durch den Muskeldruck Widerstand leistet. In analoger Weise kann auch eine Widerstandskraft der Kapsel, wie sie manchmal bei überreifen Staaren und zwar auch ohne nachweisbare Trübung vorkommt, das Vortreten des Glaskörpers hindern, somit Cornealcollapsus herbeiführen. Das könnte auch die Ursache davon sein, dass man an Augen mit Glaskörperabnahme (nach Iridokyklitis) weder Hornhautlappenvereiterung noch Irisvorfall beobachtet. Bei *Glaucoma* und zwar nur bei *Glaucoma simplex*, habe ich ein einziges mal *Collapsus corneae* nach der Eröffnung der vordern Kammer beobachtet. — Der Collapsus bildet durchschnittlich keinen üblen Zufall; selten hindert er das genaue Aneinanderliegen der Wundränder; dann könnte man ihn durch den Glaskörperstich mit einer Nadel (in ähnlicher Weise wie die Kapselincision) unschädlich machen, da unter solchen Verhältnissen ein erhebliches Austreten der Vitrina kaum zu besorgen steht. Ich habe mehrmals gesehen, dass die Vitrina sogar nicht bis in die Hornhautwunde gelangte. Die Arbeit von Rivaud-Landrau verdient nachgelesen zu werden. Sie gibt auch eine Abbildung des zur Durchschneidung der hinteren Kapsel verwendeten Cystitoms, von dem sich das Gräfe'sche kaum unterscheidet.

Wenn bei mässigem Drucke auf den Bulbus die Linse sich nicht einstellt, so kann die Ursache liegen: in einem relativ zu kurzen oder zu schmalen Lappen, in der Iris, in der Kapsel, in Verschiebung der Linse.

Der Lappen kann zu kurz sein, wenn das Messer die Descemet'sche Haut beim Einstiche zu spät, beim Ausstiche zu früh passirte. Wo der Fehler nicht schon am Ein- und Ausstiche in der Epithelschicht der Cornea zu bemerken ist, erkennt man ihn bei leichtem Aufheben des Lappens mit dem Daviel'schen Löffel. Ein Fehler von nicht viel mehr als 2 Mm. lässt sich mit dem Couteau mousse von Desmarres oder, was ich vorziehe, mit der kleinen krummen Scheere corrigiren, indem man den Schnitt nach der einen oder nach beiden Seiten etwas schräg aufwärts erweitert, so dass der Lappen etwas

1) Rivaud-Landrau, Ann. d'ocul. XIX. p. 54.
2) v. Hasner, Prag. med. Wochenschr. 1864.
3) Arlt, Wiener med. Wochenschr. 1859. Spitalszeitung Nr. 3.

höher und wohl auch etwas breiter wird. Daviel, welcher die Hornhaut unten mit einem breiten krummen Lanzenmesser punctirte, verschaffte dieser Wunde die nöthige Länge methodisch durch seine sowohl nach der Fläche als nach der Schneide gekrümmten Scheeren, die eine für den innern, die andere für den äussern Wundwinkel bestimmt; die Quetschung dürfte mehr in der Idee als in der Wirklichkeit von Nachtheil sein.

Der Lappen wird manchmal dadurch zu schmal, dass der Ein- oder der Ausstichspunct (beide) zu weit unterhalb des horizontalen Hornhautdurchmessers erfolgte; die Correctur kann in der oben angegebenen Weise leicht geschehen. Meistens liegt der Fehler darin, dass die Schneide des Messers schon beim Einstechen nach vorn geneigt war, mithin beim Vorschieben zu weit vom Limbus entfernt blieb. — Sieht man, dass die Wunde nicht so weit klaffen kann, als es die Grösse des Staares erheischt, so muss man vor allem die Wunde nach oben erweitern. Sodann aber muss man überlegen, ob die Achsendrehung der Linse nicht etwa dadurch werde unmöglich werden, dass sich der untere Theil der Linse an den unten stehen gebliebenen (zu breiten) Hornhautsaum anstemmt. In diesem Falle müsste man unter leichter Fixirung des obern Lides (mit der einen Hand) mit dem am Rande des untern Lides angesetzten Zeigefinger (der andern Hand) wiederholt von unten nach oben streifend sanft andrücken, um die Linse zum Ausweichen nach oben zu bringen, bis ihr unterer Rand so weit hinaufgerückt erscheint, dass er dann über den genannten Saum vorwärts gleiten kann.

Die Iris kann dem Austreten der Linse hinderlich sein, weil sich die Pupille nicht erweitern lässt oder weil man beim Hornhautschnitte ein Stück Iris excidirte, der Sphinkter jedoch stehen blieb (Bildung einer zweiten Pupille); einzelne Synechien können gleich bei der Kapseleröffnung mit gelöst werden. Bei manchen, besonders bei sehr gealterten Leuten lässt sich die Pupille auch durch starke Dosen von Atropin nicht auf mehr als auf 5—6 Mm. erweitern; bei andern sind punct- oder bogenförmige Synechien vorhanden, welche sich mit der Nadel nicht lösen liesen. In diesen Fällen ist es das beste, dass man ein Stückchen des Sphinkters hervorzieht und excidirt. Bereits Schifferli hat den Rath gegeben, die unnachgiebige Iris mit der Scheere einzuschneiden und Beer erklärte das zufällige Ein- oder Ausschneiden von Iris für ungefährlich. [1]) Würde eine zweite Pupille gebildet, so würde sich die Linse in derselben verfangen und die Iris vor sich her treiben, statt über den Pupillarrand zu gleiten; man muss dann die Brücke in- oder excidiren.

Ist man sicher, dass kein Hinderniss von Seite der Cornea oder der Iris obwaltet, so hat man zunächst an Nichteröffnung oder an ungenügende Spaltung der Kapsel zu denken. Die Kapsel widersteht auch dem kunstgerecht geführten Instrumente, wenn sie verdickt oder wenn sie beim Einwirken des Instrumentes nicht gespannt ist. Verdickung der Kapsel lässt sich meistens an gleichzeitiger Trübung vor der Operation erkennen und erheischt schon von vorn herein die Anwendung des Häkchens oder einer Pincette, um die verdickte Partie auszuziehen, wobei manchmal, wie schon erwähnt, gleich der ganze Kapselsack sammt der Linse dem Zuge folgt. Bei etwas überreifen Staaren stösst man aber auch auf Kapseln, welche, ohne getrübt zu sein, dem Instrumente einen grössern Widerstand entgegensetzen. Sie weichen nur einem nachdrücklicheren Eingriffe. Viel häufiger entzieht sich die Kapsel der kunstgerechten Eröffnung deshalb, weil sie nicht gehörig gespannt ist. Dieser Zustand ist analog dem Collabiren der Cornea und kommt unter gleichen Verhältnissen vor. Man muss daher die Kapseleröffnung gleich unter etwas starken (mittelst Finger und Lid) auf den Bulbus geübten Drucke oder nachträglich noch einmal vornehmen. An solchen Augen hat man sich vor Sprengung der Zonula oder Hyaloidea nicht zu fürchten; die Muskeln haben da wenig Einfluss auf die Compression des Bulbus.

1) Repert. III. 74 und 77.

Die Verschiebung der Linse, die unrichtige Lage derselben relativ zur Hornhautöffnung, veranlasst nicht selten das Nichteintreten der Linse in dieselbe. Das Nichterkennen dieser Lage ist die häufigste Ursache des Glaskörperverlustes, sofern der Operateur sich verleiten lässt, stärker zu drücken, statt die Linse in die richtige Lage zu reponiren. Die Verschiebung der Linse, wenn nicht schon präexistent und daher wohl auch diagnosticirt, kommt meistens im Momente der Kapseleröffnung zu Stande, wenn das Instrument zu stark nach hinten wirkt (harte Cataracta), oder wenn die Rindensubstanz verflüssigt ist. Sobald sich die Linse auf gelinden, allmälig gesteigerten Druck nicht einstellt, erinnere man sich an den Vorgang bei der Kapseleröffnung und halte, indem man den Druck verstärkt, die Linse scharf im Auge, ob sie nicht eine kleine centrifugale Bewegung mache. Die Linse kann nach unten, nach oben, nach rechts oder links, nach einer diagonalen Richtung verschoben sein. Im Momente, wo der Druck gesteigert wird, steigt auch die Verschiebung. Sowie man ein solches centrifugales Ausweichen bemerkt, sistire man die Drucksteigerung, und suche durch Streifen am Bulbus mittelst des obern oder untern Lides, mit dem an die Vorderfläche der Cornea angelegten, in der Thränenflüssigkeit benetzten Daviel'schen Löffel oder mit dem in die Vorderkammer eingeführten Instrumente (Nadel, Häkchen) die Linse in die normale Lage zurückzuschieben. In der Normallage befindet sich die Linse nur dann, wenn ihr grösster Aequatorialdurchmesser gerade hinter der Linie liegt, welche den Ein- und Ausstichspunct in der Descemet'schen Haut verbindet. Wenn die Linse nach links oder rechts verschoben wurde, so kann sie nicht um den genannten Durchmesser gedreht werden, weil sie seitlich an eine unnachgiebige Cornealpartie angedrückt wird. Wenn die Corticalis verflüssigt und nur ein harter Kern, etwa von 5—6 Mm. Durchmesser vorhanden ist, so kann ein Operateur, welcher über diese Verhältnisse nicht unterrichtet ist, in Verlegenheit kommen, einen so kleinen Staar durch eine selbst 9 Mm. lange und bis auf 4 Mm. und darüber klaffbare Oeffnung heraus zu bekommen. Wenn nämlich nach Eröffnung der Kapsel der emulsive Theil des Kapselinhaltes herausgepresst wird, so pflegt der Kern durch die Strömung nach oben geschoben zu werden. Wird jetzt wie gewöhnlich gedrückt, so wird der Kern nur noch mehr an die obere Hornhauthälfte angedrückt, und wird mit dem Drucke fortgefahren, so kommt zwischen dem Linsenkerne und der Iris ein schwarzer sichelförmiger Saum zum Vorschein, nämlich die vorwärts gedrängte hintere Kapsel und Glashaut, auf deren Berstung man jeden Augenblick gefasst sein muss, falls der Druck nicht sogleich sistirt wird. Aehnlich ist der Vorgang bei seitlicher Verschiebung, welche sich nach Berstung der tellerförmigen Grube oder der Zonula in eine Aufwärtsschiebung der Linse, in das früher sogenannte »Aufsteigen des Staares« verwandelt. Da giebt es denn kein anderes Mittel, als sogleich mit dem Daviel'schen (oder Gräfe'schen) Löffel oder mit einem Häkchen (wenn der Staar hart ist) hinter der Linse hinaufzugehen und sie auf die Gefahr hin, mehr Glaskörper zu verlieren, hervorzuziehen. [1])

§ 29. Nach einer kleinen Pause schreitet man zum **vierten Momente.** Man sieht nach, ob nicht etwa erheblich viele Linsenreste zurückgeblieben sind und ob die Wundränder gehörig an einander liegen. Ist die Cornea collabirt, so muss die Besichtigung der Pupille unter leichtem Drucke auf den Bulbus mittelst des unteren Lides vorgenommen werden. Die seitliche Beleuchtung ermöglicht die Wahrnehmung von kleinen oder wenig getrübten Resten. Auch Sehversuche, wenn Finger in circa 30 Cm. nicht prompt gezählt, die Höhe des Wasserstandes in einem Glase nicht richtig angegeben wird, können Aufschluss geben, vorausgesetzt, dass sich nach den Versuchen vor der Operation gute Sehschärfe

1) ARLT, Krankh. II. 301, 313.

in allen Theilen der Netzhaut annehmen lässt. Unbedeutende, namentlich peripher gelegene Reste, wenn sie nicht leicht und ohne Gefahr von Glaskörperverlust beseitigt werden können, überlasse man lieber der Resorption. Eine genaue Besichtigung der Wunde wird zeigen, ob etwa Staarreste oder Kapselzipfel darin haften. Ist die Iris vorgefallen, so zieht sich dieselbe oft bei Sehversuchen oder nach sanftem Reiben der Cornea mittelst des oberen Lides und darauf schnellem Oeffnen der Lidspalte zurück; wo nicht, so muss ein Stück excidirt werden. Hängt Glaskörper zur Wunde heraus, so wäre das Abtragen nur dann zulässig, wenn es ohne Gefahr, einen noch stärkeren Vorfall zu provociren, geschehen könnte. Kleine Partieen ziehen sich bisweilen in einigen Stunden zurück. Glaskörper in der Cornealwunde ist durchschnittlich nicht als Hinderniss der Heilung zu betrachten. Ob kleine Luftblasen in der Kammer schaden würden, ist nicht ausgemacht; man kann sie leicht herausstreifen.

Das Zurückbleiben von Staarresten in der Pupille kann bei richtiger Eröffnung der Hornhaut und der Kapsel meistens verhütet werden dadurch, dass man beim Stürzen und beim Herausstreifen der Linse mittelst des oberen Lides acht gibt, ob sich die Linse in toto in Bewegung setzt, oder ob sich beim Abwärtsrücken des Kernes oben mehr weniger Rindensubstanz ablöst. In diesem Falle kann man dadurch, dass man den Lidrand wieder höher ansetzt und abwärts drängt, das Mitfolgen des in Ablösung begriffenen Stückes bewirken. Blieben dennoch Reste zurück, so ist das Ausstreifen mittelst des oberen oder unteren Lides wohl das Beste, doch nicht allemal ausreichend, namentlich bei ungenügender Kapseleröffnung, und man muss mit dem Daviel'schen Löffel eingehen und ihn so handhaben, dass man, über den Rest hinauf gelangt, die eine Kante an die Descemet'sche Haut, die andere an die Kapsel (jetzt die nach vorn convexe tellerförmige Grube) anlegend, die Rinne des Löffels gegen die Wunde bewegt. Meines Erachtens entspricht der Daviel'sche Löffel in seiner Form den anatomischen Verhältnissen, welche bei dieser Lage der hinteren Kapsel obwalten, noch immer am besten und kann allenfalls nur die Frage sein, ob man ihn von Metall, von Schildkrott oder gehärtetem Kautschuk anfertigen lassen solle. Manche sagen, dass die metallenen mehr reizen, auch wenn man sie an der Vorderfläche der Cornea anlegt.

Zeigt sich ein Stück getrübter Kapsel im Bereiche der Pupille, so soll man es mit einer mässig gekrümmten, vorn nicht scharfen Irispincette herausziehen, falls nicht etwa die Gefahr von Glaskörperverlust, namentlich bei stark vortretenden Augen evident ist.

Bei Vorfall der Iris wird die Excision eines etwas breiteren Irisstückes unvermeidlich, wenn derselbe dadurch bedingt ist, dass der Schnitt irgendwo (meistens unten) zu nahe an oder selbst in der Corneaskleralgrenze geführt wurde. Alle jene Operateure, welche den Schnitt absichtlich in die Corneaskleralgrenze verlegt haben (Jakobson, v. Gräfe), mussten nothwendigerweise auch die Iridektomie und zwar in ausgiebiger Weise vornehmen, weil sie sonst durchaus Irisvorfall bekommen haben würden. Bei der Extraction im Sinne von Daviel, Beer u. A. gibt der wohl meist 2 Mm. breite Saum der Descemet'schen Haut, welcher an der Peripherie des Bogenschnittes stehen bleibt, eine hinreichende Stütze gegen die Vordrängung der Iris durch die Wunde. Wo dieser Saum fehlt, oder zu schmal ist, entsteht Vorfall der Iris bei oder nach der Operation.

§ 30. **Ueble Zufälle.** Die Zufälle, welche bei einiger Uebung und Vorsicht des Operateurs vermieden werden können, wurden bereits erwähnt. Nur der Verlust von Glaskörper kann ohne Verschulden oder bei einem ganz geringen Versehen des Operateurs vorkommen. Man hört nicht selten, Glaskörperverlust selbst bis zum dritten Theil habe nichts zu bedeuten. Dieser Ausspruch bedarf einer bedeutenden Einschränkung, wie sich aus folgenden Betrachtungen ergibt.

Glaskörperverlust kann gleich nach dem Hornhautschnitte eintreten, nicht nur wenn dieser zu rasch oder unter Zerrung am Bulbus beendet wurde, wodurch ein plötzliches Vorgedrängtwerden der Linse und eine Zerreissung der Zonula bewirkt werden kann, sondern auch, wenn die Zonula sehr gedehnt oder verdünnt (mürbe) ist, ohne dass sich ein solcher Zustand vorher erkennen liess (an Luxation der Linse oder an flottirenden Bewegungen der Iris und der Linse bei raschen Blickwendungen). Auf diesen Zustand muss man gefasst sein bei Augen, welche einmal eine gewaltsame Erschütterung erfahren haben, und an hochgradig kurzsichtigen, in allen Dimensionen etwas vergrösserten Augen. Es entleert sich dann eine ungewöhnliche Menge wässeriger, mitunter wohl etwas klebriger und etwas fadenziehender Flüssigkeit, und die Linse wird nicht an die Cornea angedrückt. Die Reaction in solchen Augen pflegt nicht gross zu sein, aber es steht Netzhautabhebung oder innere Blutung (bald oder später) zu befürchten. Soll man die Operation sogleich unterbrechen? In der Regel nicht. Wenn der Kranke mit den Lidern nicht presst und im Stande ist, sein Auge auch nur einige Sekunden ruhig zu halten, so gehe man mit einem Irishäkchen zwischen Iris und Linsenrand, also da, wo der Glaskörper hervor kommt, so hinter den Kapselsack, dass man ihn sammt der (in solchen Fällen meistens harten) Linse in toto anhaken und unter gelindem Andrücken an die Cornea herausschleifen kann.

Ein College, auf diese Art operirt, übte seine Praxis noch 6 Jahre, bis die Zunahme der mit der Kurzsichtigkeit und dem Alter einhergehenden Choroidealatrophie ihm das Lesen und Schreiben unmöglich machte, worauf ich dann das zweite Auge nach Gräfe operirte; hier musste der Staar nach Excision der Iris mit dem Löffel hervorgeholt werden; nachträglich erfolgte eine Blutung in den Glaskörper, welche indess die Wiederherstellung des Sehens (bis zu S. $\frac{20}{100}$) nicht hinderte. In anderen Fällen mag der Gräfe'sche Löffel oder die Weber'sche Drahtschlinge (gleichsam nur der Rand des Gräfe'schen Löffels) für besser geeignet erachtet werden. Fände man diese Extraction nicht räthlich, nicht möglich, so könnte man das Auge einfach wie ein mit Erfolg operirtes verbinden und weiter behandeln.

Stellt sich Glaskörper im zweiten Momente oder später, also nach bereits eröffneter Kapsel ein, weil die Kapselschnitte zu peripher oder unter zu starkem Drucke nach hinten geführt wurden, weil der Kranke den Athem anhielt und presste, weil der Assistent oder der Operateur die Grenze des erlaubten Druckes überschritten, so muss die Linse selbst auf die Gefahr grösseren Glaskörperverlustes hervorgeholt werden. Freilich, wo dies nur theilweise gelingt, wo grössere Linsenstücke, wenn auch von Glaskörper umspült, im Auge zurückbleiben, da ist die Existenz des Auges durch Aufquellen der Linsenmasse, durch Iridokyklitis oder durch Hornhautvereiterung im höchsten Grade gefährdet.

Wenn an einem Auge, wo Glaskörper in die vordere Kammer gekommen ist, aus irgend welchem Grunde die Excision einer Partie Iris nöthig erscheinen sollte, so würde man sich vergeblich bemühen, die Iris mit irgend welcher Pincette zu fassen; dies ist dann nur mittelst eines Häkchens noch möglich.

Glaskörper zur Hornhautwunde herausragend, macht die Heilung dieser ohne Eiterung nicht unmöglich, scheint sie sogar nicht viel zu hindern. Mitunter zieht er sich in den ersten Stunden zurück. Wo nicht, so wird

er nach einigen Tagen trüb, schleimähnlich und stösst sich endlich ab, ohne besondere Zufälle zu erregen. Selten leitet er Eiterung im Uvealtractus ein. Wenn keine Iris excidirt wurde, so sieht man nach erfolgter Wundheilung den Pupillarrand an der entsprechenden Stelle gleichsam niedergedrückt durch einen nahezu ganz durchsichtigen Strang von Glaskörperstroma, welcher von der Hornhautnarbe zur tellerförmigen Grube rückwärts streicht und durch die seitliche Beleuchtung sichtbar gemacht werden kann. Die Pupille pflegt nach Sprengung der tellerförmigen Grube ganz oder doch theilweise rein schwarz zu sein. Kammerwasser und Glaskörper werden dann durch eine nahezu durchsichtige Membran geschieden.

Klaffen der Wunde nach beendeter Operation kann bedingt sein durch Staarreste, Kapselzipfel, Iris oder Glaskörper in derselben, durch Einrollen des abgeschälten Limbus, durch zu peripheren Schnitt, durch zackigen, weil sägend geführten Schnitt, durch Linsenreste hinter dem unteren Irissegmente; es kommt aber auch manchmal bei sehr flach liegenden Augen vor und dann lässt sich das Anstossen des Lidrandes an den etwas vorragenden Hornhautklappen kaum beheben. Bei Hindernissen, welche nicht anderweitig beseitigt werden können, lässt sich durch Ausschneiden eines Stückes Iris noch am ehesten ein besseres Schliessen der Wunde erzielen.

Einige Operateure, zuerst Wenzel [1]) der Sohn 1779, haben nach dem Hornhautschnitte oder nach Beseitigung der Cataracta intraoculäre Blutung bekommen und solche Augen verloren. Diesem Zufalle kann wohl nur dadurch vorgebeugt werden, dass man kein Auge der Extraction unterwirft, welches Zeichen von Drucksteigerung (Complication mit primärem oder secundärem Glaucom) darbietet, sondern eine gehörige Iridektomie 6 bis 8 Wochen der Extraction vorausgehen lässt.

§ 31. **Verband und Nachbehandlung.** Der Zweck des Verbandes ist nicht, einen Druck auf das Auge zu üben, sondern dessen Bewegungen zu beschränken, namentlich den Lidschlag möglichst zu hemmen, und überdies eine gleichmässige Temperirung des Lichtes zu erzielen.

Seit Beer pflegte man die Lider beider Augen mit Streifen englischen Pflasters zu verkleben und Flecke von doppelter Leinwand darüber von der Stirn herab hängen zu lassen. Die Pflaster, indem sie sich an den Rändern umrollen, reizen die Lider leicht zu wiederholter Contraction; sie können nach einiger Zeit nur schwer beseitigt werden. Nachdem ich diesen Reiz an mir selbst beobachtet (1856) und genauere Studien über den Einfluss des *M. orbicularis* auf den Bulbus gemacht hatte, führte ich (1858) den Charpieverband ein. Siehe § 22. (Wiener medizin. Wochenschr. Spitalszeitung 1859. No. 8 p. 22.) Einige Jahre später, nachdem v. Gräfe's Druckverband [2]) bekannt geworden war, führte ich über diesen Verband der grösseren Sicherheit wegen noch eine Binde, bestehend aus einem elliptischen Flanellstreifen, diagonal zu dem Faserverlaufe geschnitten, von 6 — 7 Cm. Breite (in der Mitte) und etwa 30 Cm. Länge, an jedem Ende mit leicht dehnbaren Baumwollbändern von etwa 2 Cm. Breite und 1 Meter Länge versehen. Das eine Ende des Flanellstreifens wird unter dem Ohrläppchen angelegt, das andere kommt nach schräg über das Gesicht angelegtem Flanellstreifen in die Gegend des Stirnhügels der entgegengesetzten Seite zu liegen. Nach Kreuzung der Bänder am

1) Beer's Repert. III. p. 175.
2) A. f. O. IX. b. 111.

Hinterhaupte wird der unter dem Ohre nach vorn tretende Bandstreifen so wie bei der Anlegung von Achtertouren umgeschlagen, damit bei Fortführung desselben gegen den Stirnhügel dessen Zug gegen die *Protuberantia maxillae* von unten her gerichtet sei; das andere Band wird manchmal mit, manchmal ohne Umschlagung vom Stirnhügel über den Augenbrauenbogen gegen das Ohrläppchen geführt, dort jedenfalls umgeschlagen und nächst dem Hinterhaupte oder nächst dem Scheitel mit dem anderen Bande durch eine Schleife verbunden. Die Bänder schliessen auf diese Weise überall an und können das Auge nicht drücken, ausser bei arger Verschiebung, zu deren Verhütung fast immer die Anlegung eines einfachen Bandes genügt, welches schliesslich von der Stirn aus oberhalb der Ohren zum Hinterhaupte (wo möglich unter dem Höcker) geführt, dort gekreuzt und an der Stirn geknüpft wird. Das Auge selbst, nur mit einer dünnen Lage Charpie, den Leinwandstreifen und dem Flanell bedeckt, ist somit nur dem gelinden Drucke der Flanellbinde ausgesetzt, welcher vom Kranken nicht als Druck auf das Auge empfunden werden soll. Dieser Verband gestattet die momentane Beseitigung in der leichtesten Weise und hält die Lider so weit als möglich und zulässig an den Bulbus angeschlossen. Durch strammes Anziehen und durch Führung der Bänder über den Bulbus selbst lässt er sich in einen Schnür- oder Druckverband verwandeln. Durch Schlafhauben oder durch Zusammenheften der Bänder an den Kreuzungsstellen mit der Querbinde kann seine Immobilität wo nöthig gesteigert werden.

v. Gräfe hat eine ausführliche Abhandlung über den Schutz-, Druck- und Schnürverband im Allgemeinen veröffentlicht.[1]) Da diese Zeitschrift wohl den meisten Fachgenossen bekannt, oder doch leicht zugänglich ist, darf ich mich wohl auf das blosse Citiren beschränken. Betonen möchte ich nur das auch von Gräfe eingehaltene Princip, dass die Immobilisirung der Lider und des Bulbus nur durch »seitliche Anspannung« der Lider (nicht blos »des oberen«) also vorzugsweise durch Auspolsterung vor dem inneren Lidbande anzustreben sei.[2]) Erwähnen will ich ferner noch, dass ich unter die Charpie nie ein »Leinwandplättchen« lege, weil ich niemals gefunden habe, dass Fäden der Charpie in die Lidspalte geriethen. — Man sehe vor Anlegung des Verbandes jedesmal nach, ob nicht Staarreste, Blutgerinnsel, Cilien im Bindehautsacke liegen, und ob sich nicht das obere Lid über das untere herabschiebt. Der intramarginale Saum des einen Lides soll so gut als möglich an den des anderen anschliessen. Macht der Kranke während der Anlegung des Verbandes Lidbewegungen, so nehme man denselben noch einmal ab. Daviel[3]) legte über die geschlossenen Lider ein Diapalmpflaster, darauf etwas Charpie und befestigte alles gelinde mit einer Augenbinde.

Grosse Verdienste um die Nachbehandlung hat sich unstreitig Beer erworben; leider sind seine Angaben später nicht nach Gebühr beachtet worden. Wir lesen in seinem Repert.[4]): »Die Natur allein heilt einfache mit einem scharfen reinen Messer geschnittene Wunden ohne Beihilfe des Wundarztes am sichersten und geschwindesten.« »Wirklich hängt die gute und unkenntliche Vereinigung der Wundlefzen in den meisten Fällen bloss von dem wenigstens in den ersten 24 Stunden ruhigen Verhalten des Kranken ab; bei vielen, wenn ich am folgenden Tage das Auge öffnete, fand ich die Wunde völlig und kaum sichtbar vereinigt.« »Wenn der Operirte nur einige Minuten zuweilen im Bette sitzen darf, so wird er stundenlang dafür ruhig liegen bleiben. Er fühlt sich durch diese unschädliche Lageveränderung erleichtert, und es fliessen die zwischen den Lidern gesammelten Feuchtigkeiten aus und verursachen auf diese Art nie üble Folgen. Ja ich gehe bei vernünftigen Kranken so weit, dass ich sie täglich morgens und nachmittags ein paar Stunden im Lehnstuhle mit zu-

---

1) A. f. O. IX. b.
2) Vergl. Arlt, Ueber den Ringmuskel der Lider. A. f. O. IX. a. 64—96.
3) Daviel, Sur une nouv. méth. in Beer's Repert. III. 184.
4) Beer's Repert. III. p. 145, 147, 75.

rückgelegtem Kopfe ruhig sitzen lasse; dafür sind auch meine Operirten sehr wohlgemuth und ihre Heilung wird gewöhnlich binnen 10—15 Tagen vollendet. Auch in der Diät muss man nicht zu strenge sein. Die Hauptregel besteht darin, dass der Operirte alle zu hart zu verdauende, Blähungen erregende und zu starkes Kauen fordernde Speisen so lange vermeidet, bis die Wunde fest geschlossen ist. Geistige Getränke, wenn der Kranke sehr daran gewöhnt ist, darf man nie völlig verbieten.«

§ 32. **Nach der Anlegung des Verbandes** wird der Kranke nochmals über seine Lage befragt. Die Meisten wünschen zwei Kopfkissen. Hiervon reiche das untere bis zu den Spitzen der Schulterblätter, das obere bis zum letzten Hals- oder ersten Brustwirbel; ein dünner Rosshaarpolster, bloss unter dem Kopfe, pflegt noch keine für die Circulation nachtheilige Knickung des Halses zu bewirken. Hält der Kranke den Kopf steif, namentlich zurückgebogen, so bekommt er leicht Nackenschmerz oder Trockenheit im Kehlkopfe. Wenn eine höhere Lage gewünscht wird, so lege man unter die genannten Kissen noch ein drittes, welches vom Kopfe bis gegen das Kreuzbein hinab reicht. Zu hohe Lage des Oberkörpers bewirkt leicht allmähliches Hinabgleiten und verleitet den Kranken, sich mit den Füssen anzustemmen und hinaufzuschieben.

In den ersten vier bis fünf Tagen werde bloss flüssige Nahrung, doch kräftig und hinreichend gestattet. Gewohnheitstrinkern sind geistige Getränke nicht ganz zu entziehen. Eben so lange soll der Operirte mit verbundenen Augen im Bette zubringen, nach Glaskörperverlust noch 2—3 Tage länger. Manche werden durch das Verbinden beider Augen sehr aufgeregt; man wird also vor dem Verbinden des zweiten, selbst des operirten Auges unter Umständen früher abgehen müssen. Nach 5—6 Stunden, also zur Zeit der ersten Visite, kann man jeden Operirten aufsetzen, indem man ihn an den Schultern aufhebt und sofort im Rücken gehörig stützt; nur soll er sich dabei passiv verhalten, namentlich ruhig fort athmen. Wenn der Kranke über Druck auf der Brust, Athemnoth oder Schmerzen in der Präcordialgegend klagt, giebt es keine verlässlichere Abhilfe, als ihn einige Zeit, selbst stundenlag sitzen zu lassen. Von vorsichtigem Aufsetzen ist gewiss weniger zu besorgen, als von der eigenmächtigen Selbsthilfe, Unterschieben der Hand unter den Kopf, unter das Kreuz, Anstemmen an die Füsse u. dgl.* Man kann dem Kranken die Hände fesseln, wie Einige gerathen, aber die Aufregung durch das Unerträgliche der Lage kann man nicht hindern.

Ich ziehe es vor, die Operation in den Vormittagsstunden vorzunehmen. Der Kranke hat in der Regel doch die vorhergehende Nacht geschlafen und braucht nicht so lange auf das peinliche Moment der Operation zu warten. Der Operateur ist noch nicht durch die Geschäfte des Tages ermüdet oder aufgeregt. Im Winter ist die Beleuchtung durchschnittlich günstiger. Der Besuch des Kranken, circa 6 Stunden nachher, und, wenn es sein muss, nach abermals 4—5 Stunden, fällt nicht in die späte Nacht. Wo bis zu dieser Zeit keine bedenklichen Erscheinungen eingetreten sind, kann man durchschnittlich ruhig sein, bis auf jene seltenen Fälle, wo Eiterung in der Cornea ohne Reactionserscheinungen auftritt.

Einige Stunden nach der Operation ist es nöthig, den Operirten an das Urinlassen zu erinnern. Längeres Zurückhalten, mitunter aus Aengstlichkeit, kann namentlich bei Männern dann leicht die Anwendung des Katheters nothwendig machen. Der Hauptzweck der ersten Visite ist die Besichtigung des Verbandes, eventuell des Auges.

Der Wundschmerz dauert in günstigen Fällen 1—2 Stunden. Bei den Meisten stellt sich 4—5 Stunden nach der Operation flüchtiges Stechen oder Drücken ein, welches nach Abgang von Thränen verschwindet, allenfalls noch ein oder einigemale wiederkehrt. In solchen Fällen ist die Abnahme des Verbandes eben so wenig nöthig, als bei Abwesenheit jedes schmerzhaften Gefühles. Wenn das Thränen sich oft wiederholt, wenn sich Unruhe oder anhaltende Schmerzhaftigkeit dazu gesellen, soll man jedenfalls nachsehen. Man öffne die Lidspalte durch leichtes Herabziehen des unteren Lides, und beachte die Menge der ausströmenden Flüssigkeit. In manchen Fällen hören Unruhe und Schmerzen bleibend auf, nachdem man den Thränen freien Abfluss verschafft, die feuchte Charpie durch trockene ersetzt, allenfalls auch den Verband ohne Flanellbinde angelegt oder für einige Stunden ganz mit dünnen in kaltes Wasser getauchten Compresschen vertauscht hat. Es kann auch sein, dass sich das obere Lid über das untere herabgeschoben oder dass sich das untere einwärts gestülpt hat. Ein walzenförmiges Bündel geordneter Charpie, an die Cutis zwischen dem untern Orbitalrande und dem peripheren Rande des Lidknorpels unter dem gewöhnlichen Charpieverbande angelegt, pflegt die Neigung zum Entropium zu heben, wo nicht, so müsste man durch Pflasterstreifen oder mittelst Collodium eine Hautfalte zu fixiren suchen. Vergl. § 187. Das Verfahren nach Gaillard (§ 186) könnte erst nach festerer Verklebung der Wunde angewendet werden.

Auf die Besichtigung der Wunde im Verlaufe der ersten 7—8 Stunden haben in neuerer Zeit Jakobson [1]) und v. Gräfe grosses Gewicht gelegt, ersterer als Regel, letzterer bei abnormen Erscheinungen. Da ich seit Ostern 1866 die Extraction mit Lappenbildung nur ausnahmsweise geübt und dabei den früheren Usus beibehielt, das Auge vor dem 5. Tage nur dann zu besichtigen, wenn Klagen des Patienten und Erscheinungen an den Lidern (Röthe, Schwellung, Schleimsecretion) dazu auffordern, so kann ich für die therapeutische Erspriesslichkeit des frühzeitigen Nachsehens nach dem Bogenschnitte nicht mit Erfahrungen einstehen.

§ 33. **Reaction, Zufälle.** Die Verklebung der Wunde erfolgt in einigen Stunden und scheint anfangs noch zu wiederholten Malen dem Kammerwasser Abfluss zu gestatten, bevor sie bleibenden Widerstand leistet. Sie erfolgt, wie ich aus einigen Sectionen schliesse [2]), zuerst in der Mitte zwisben der Descemet'schen Haut und der Epithellage. Die hyaline Bindemasse wird manchmal durch Druck (von innen, von aussen) ausgedehnt und bildet eine Art *Keratokele* mit mehr weniger lange fortbestehender Vordrängung, selbst deutlicher Knickung des Lappens. In anderen Fällen kommt es zur Sprengung, und dann wird entweder einfach die Iris hineingedrängt, oder es erfolgt Iritis, Iridokyklitis, Panophthalmitis. Manchmal hat eine Wundsprengung keine anderen Folgen, als dass sich die Kammer mehrere Tage lang nicht herstellt.

Beschränken sich die nachtheiligen Folgen von Dehnung oder Sprengung der Wunde bloss auf *Keratokele* oder *Prolapsus iridis*, der übrigens gleich in den ersten 5—6 Stunden erfolgt sein kann, so bleibt das Auge ungewöhnlich lange (mehrere Wochen) in gereiztem Zustande (Stechen oder Drücken, Licht-

1) A. f. O. IX. 6. 174.
2) Arlt, Krankh. d. Auges II. 348.

scheu, Thränen, Röthe längs der Wunde) und bleibt wohl auch die Wölbung der Hornhaut für lange (für immer) etwas gestört. Punction oder partielle Abtragung (nicht in den ersten 5—6 Tagen) kann nützen, doch bleibt ein sorgfältiger Verband das vorzugsweise Wirksame und Unentbehrliche. Der *Prolapsus iridis* führt mitunter durch Nachziehen von mehr und mehr Iris zu Pupillensperre (§ 72), nicht leicht zu Iritis oder Iridokyklitis.

Auch Staarreste machen oft in den ersten Tagen keine anderen als die genannten Reiz-Zufälle, wozu sich am vierten oder fünften Tage, selten früher, abnorme Schleimsecretion gesellt. Sie können einfach bleibenden Nachstaar verursachen, wenn sie nicht bald resorbirt werden, sie können aber auch zu Wundsprengung, zu Iritis und Iridokyklitis führen. Hiervon später.

Am meisten zu fürchten sind Iritis und Iridokyklitis, besonders aber Vereiterung der Hornhaut (theilweise ganz) und Panophthalmitis. Je nachdem diese Zustände die directe Folge des operativen Eingriffes sind, weil dieser selbst fehlerhaft war oder vermöge der individuellen Beschaffenheit des Auges oder des Körpers nicht vertragen werden konnte, oder indirect, d. h. unter dem Einflusse zweckwidrigen Verhaltens oder zufälliger Ereignisse, ja geradezu durch diese herbeigeführt wurden, treten die Zeichen ihres Anzuges gleich noch am ersten oder zweiten Tage, selten später, oder kurz nach der Einwirkung äusserer Schädlichkeiten, daher wohl auch erst nach Ablauf der ersten Woche auf.

Wie man sich beim Auftreten dieser Zufälle zu benehmen habe, wird bei Besprechung derselben als Folge der Extraction mit dem peripheren Linearschnitte § 47 angegeben werden.

§ 34. **Erfolg.** Durch die Extraction mit dem Bogenschnitte kann man durchschnittlich in drei Wochen (relativ selten in zwölf Tagen) einen Erfolg erzielen, wie ihn ausserdem nur noch die einfache Linearextraction und die Disscission zu leisten vermögen. Ein dem Ideal entsprechend operirtes und geheiltes Auge unterscheidet sich von einem normalen nur durch den Mangel der Linse und der Accommodation. Die Cornealnarbe, oft nur bei seitlicher Beleuchtung sichtbar, veranlasst höchstens etwas Astigmatismus. Die Iris, frei von Adhäsionen mit der Cornea sowohl als mit der Kapsel, erfüllt ihre Aufgabe als Lichtregulator nach wie vor und trägt, da die etwas weiter nach hinten gerückte Pupille durchschnittlich wie bei einfacher Aphakie überhaupt enger ist, wesentlich zur Verkleinerung der Zerstreuungskreise bei. Die vordere Kapsel, aus dem Bereiche der Pupille ganz oder grösstentheils zurückgezogen und an die hintere Kapsel angelegt, bildet mit dieser und der Zonula ein Diaphragma, welches das Eindringen und den Gang der Lichtstrahlen kaum alterirt. Dieser Erfolg wird jedoch, selbst wenn man nicht zu streng ist, kaum bei der Hälfte der Operirten erreicht.

Ihm gegenüber steht der Ausgang in Vereiterung der Hornhaut, in *Phthisis corneae, Phthisis bulbi.* Man darf wohl annehmen, dass er auch gewandten Operateuren unter 100 Fällen mindestens 5 mal vorkommt.

Daran reiht sich ein etwas höheres Procent von Fällen, in welchen das Zustandekommen von Netzhautbildern durch Nachstaare, durch Pupillensperre oder durch beide zugleich verhindert ist. Der Operirte sieht gar nichts oder doch nicht so viel, dass er ohne Führer herumgehen könnte. In ohngefähr der Hälfte

dieser 5—6 Procent kann noch ein befriedigendes Sehen wieder hergestellt werden durch eine Nachoperation.

Zwischen diesen Extremen stehen dann beiläufig 40 Procent von Fällen, in denen das Sehvermögen — präexistente Complicationen abgerechnet — wegen unreiner Pupille, Adhäsionen der Iris an der Kapsel oder der Cornea, veränderte Wölbung der Cornea, zu grosser Pupille oder Glaskörperverlust mehr weniger hinter den idealen Anforderungen zurückbleibt.

Der Versuch, aus den verschiedenen zur Zeit vorliegenden statistischen Angaben verschiedener Autoren ein allgemeines Urtheil über die Leistungsfähigkeit der Extraction mit Lappenbildung zu gewinnen, musste als nicht zum Ziele führend aufgegeben werden, weil die einzelnen Beobachter von zu verschiedenen Standpuncten ausgegangen und weil die Resultate mit ganz verschiedenem Maassstabe gemessen sind. Vergl. § 52.

§ 35. **Ursachen des ungenügenden oder ungünstigen Erfolges und Versuche, abzuhelfen.** Eine derselben liegt sicherlich oft in dem Zurückbleiben von Linsenresten, und es kommt hierbei wohl nicht blos auf die Menge, sondern auch auf die Beschaffenheit derselben an. Wie viel Linsensubstanz zurück bleibe, das hängt nicht nur von der Grösse und Lage der Hornhautwunde, der mehr weniger richtigen Kapselöffnung und von der Nachgiebigkeit der Iris ab, sondern auch von der Reife des Staares. Reif nennen wir heut zu Tage den Staar, wenn die ganze Linse getrübt und wenn das Stadium der Quellung oder Blähung vorüber ist.[1]) Es giebt Staare, vom Kern ausgehend, welche nach vieljährigem Bestande noch eine ganz durchsichtige Peripherie zeigen und in diesem Sinne wohl nie reif werden. Ich habe sie in hochgradig kurzsichtigen Augen oft beobachtet. Von Staaren, welche noch gebläht und daher grösser und an der Peripherie weicher sind, streifen sich bei der Entbindung viel leichter grosse Mengen ab, namentlich in der Aequatorialgegend, und lassen sich dann schwer oder gar nicht ausstreifen oder hervorholen. Ist noch ein Theil ungetrübt, so steht derselbe noch in normaler, also viel innigerer Verbindung mit dem peripheren Theile der Kapsel und man kann nach Entleerung der Hauptmasse wohl aus der Grösse und Gestalt derselben schliessen, dass noch viel Linse im Auge sei; aber man kann dieselbe nicht sehen. Solche durchsichtige Massen sind auch, wie Gräfe aus verschiedenen Beobachtungen, namentlich bei Schichtstaar gefolgert hat, einer ungleich stärkeren Quellung fähig.

Beträchtliche Linsenreste können den Wundschluss sogleich oder in den ersten Tagen hindern, wenn sie sich senken oder blähen. Sie werden eigentlich gegen die Wunde gedrängt und können (auch beim Schnitt nach oben) den vor ihnen liegenden Theil der Iris hervordrängen. Wenn aber auch das nicht geschieht, so können sie als fremde Körper zu Iritis und zu Drucksteigerung führen. (§ 58.) Sind sie von der Vorderkapsel bedeckt, so können sie das Zurückziehen derselben aus dem Bereiche der Pupille hindern, oder zu Wiederverwachsung der Kapselöffnung — *mediante iritide* — zu *Cataracta secundaria* mit oder ohne Synechie führen.

Die Qualität der Linsenreste scheint besonders bei überreifen Staaren eine nachtheilige zu sein. Nachdem die ganze Rindensubstanz trüb und die damit einhergehende Quellung rückgängig geworden, erhalten sich die meisten Alterscataracten mehr weniger lange in unveränderter Form, werden allenfalls nur im Achsendurchmesser etwas kürzer, am Aequator etwas zugeschärft, im Ganzen mehr gleichmässig, daher scheinbar minder trüb, mit oder ohne speichenartige Streifen in der vordern Corticalis (die Phakosklerome mancher Autoren), während in anderen Fällen durch Fettmetamorphose (machmal mit Ablagerung von Kalksalzen an der Innenfläche der Kapsel) die Rindensubstanz in eine

1) Arlt, II. 256, 259, 260.

unregelmässig punctirte oder gefleckte, oder auch in eine ziemlich gleichmässige käsig schmierige oder käsig bröckliche Masse umgewandelt wird (Phakomalacia), und in einer relativ geringen Zahl eine centripetale Verflüssigung (Phakohydropsia) eintritt, welche zu allmäliger Verkleinerung (Auflösung?) des harten gelben Kernes führt (*Catar. Morgagni*; dieser kann sich auch bei durchsichtigem Kern entwickeln). Bei Kindern führt die Verfettung der Rinde sehr bald zu mehr weniger beträchtlicher Resorption, zu *Catar. aridosiliquata* oder *membranacea*. Die genannten Metamorphosen kann man mit dem generellen Namen: »überreife Staare« bezeichnen. Bei senilen Cataracten kommen sie wohl kaum früher als nach 5jährigem Bestande des Trübungsprocesses vor. Mit diesen Metamorphosen hängt eine Verdickung der vordern Kapsel zusammen, welche manchmal erst bei der Eröffnung der Kapsel an dem erhöhten Widerstande, in der Regel aber schon vor der Operation an einer scheibenförmigen, doch nicht bogenlinig, sondern unregelmässig zackig begrenzten, bläulichen oder kreideweissen, niemals radiär gestreiften, am Rande stets mehr gesättigten Trübung (bei erweiterter Pupille sichtbar) erkannt werden kann.[1]) Die Auflagerung an der innern Fläche der Kapsel hängt mit dieser so innig zusammen, dass sie nicht selten zu concentrischer Schrumpfung derselben und somit zur Lockerung ihrer Verbindung mit den Ciliarfortsätzen führt.

Wenn man nach der Extraction überreifer Staare mit verflüssigter oder mit käsig schmieriger Corticalis Iritis oder Iridokyklitis bekommt, ohne dass sich hierzu eine Veranlassung im Operationsverlaufe oder im Verhalten des Kranken — soweit dieses controlirt werden kann — auffinden lässt, so ist wenigstens die Vermuthung, dass der Grund in einer besondern, chemischen Beschaffenheit von Residuen liege, sehr nahe gelegt, namentlich wenn bei demselben Individuum das zweite Auge, frei von solchen Metamorphosen, kurze Zeit vor- oder nachher mit gutem Erfolge operirt wurde. Es liegen wohl Fälle glücklichen Erfolges nach 40-, ja 60jährigem Bestande einer Cataracta vor; doch spricht die Durchschnittszahl — wenigstens meiner Erfahrung — nicht dafür, dass man den Staar überreif werden lassen solle.

Wenn wir ein Mittel hätten, die Linse sicher vollständig zu entfernen, so würden wir weniger Verluste und noch viel weniger ungenügende Erfolge zu verzeichnen haben. Dieser Satz scheint PAGENSTECHER[2]) veranlasst zu haben zu dem Versuche, die Linse sammt der Kapsel zu extrahiren auch in jenen Fällen, wo die Verbindung der Kapsel mit den Ciliarfortsätzen und mit der tellerförmigen Grube noch normal ist, und zwar in wesentlich anderer Weise, als dies schon von DAVIEL (1752), RICHTER (1773) und von BEER (1799) angestrebt worden war. BEER[3]) hatte vorgeschlagen, harte Staare nach Eröffnung der Hornhaut mit einer Nadel zu spiessen und durch seitliche Bewegungen (von oben nach unten, von links nach rechts) mit darauf folgender Rotation sammt der Kapsel aus der Verbindung mit den Ciliarfortsätzen und mit der Hyaloidea zu lösen, um das Ganze dann herauszuziehen. DAVIEL[4]) hatte gerathen, die verdunkelte und zähe Kapsel zirkelförmig zu umschneiden und mit einer Pincette auszuziehen. SHARP[5]) kam zuerst auf den Gedanken, den Staar sammt der Kapsel auszuziehen. MOHRENHEIM[6]) rieth, nach dem Hornhautschnitte erst durch gelinden Druck zu versuchen, den Staar aus dem Auge zu schaffen, um zu sehen, ob er vielleicht, wenn die Kapsel verdunkelt ist, mit derselben aus dem Auge trete. CHRISTIAEN (1845)[7]) hat die Linse sammt der Kapsel zu extrahiren als Normalverfahren empfohlen. Er suchte die Linse sammt der Kapsel nach beendetem Horn-

1) ARLT, II. 261.
2) Klin. Beob. 1866.
3) Versuch, die Linse sammt der Kapsel auszuziehen. Wien 1799.
4) BEER, Repert. III. 133.
5) Ibid. p. 62.
6) Abhandl. v. gr. St. Wien 1781.
7) Ann. d'ocul. XIII. 181.

hautschnitte durch Druck auf das obere Lid herauszufördern. Ich hatte im 2. Bande S. 261 und 312 gezeigt, das man bei gleichzeitiger Trübung und Verdickung der vordern Kapsel die Linse sammt der ganzen Kapsel ohne Glaskörperverlust extrahiren könne. Pagenstecher suchte den Grund der bei der üblichen Lappenextraction unvermeidlichen Misserfolge theils in der Führung des Bogenschnittes im Bereiche der durchsichtigen Hornhaut und verlegte diesen gleich Jakobson in die Corneoskleralgrenze, theils in dem Zurückbleiben nicht nur von Linsenresten, sondern auch von den Kapselzipfeln, welche vorzugsweise auf mechanische Weise Iritis (Iridokyklitis) erregen möchten. Er unternahm und vollendete die Operation (gleich Jakobson) nur in tiefer Narkosis, excidirte nach abwärts gerichtetem Bogenschnitte (in der Corneoskleralgrenze) ein Stück Iris, und suchte, wenn Ueberreife des Staares auf gelockerte Befestigung der Kapsel schliessen liess, Kapsel und Linse durch Druck mittelst des Lides von oben her auszustreifen, oder eröffnete unten den Petit'schen Kanal und holte das Linsensystem mit einem breiten, knapp hinter demselben hinaufgeführten Löffel hervor. Später machte Pagenstecher[1]) statt des Lappenschnittes den Gräfe'schen Linearschnitt mit darauffolgender Iridectomie und holte, wenn die Linse nicht schon leichterem Drucke auf die periphere Wundlefze folgte, die Kapsel und Linse mit seinem Löffel hervor.

In zweiter Reihe ist es die Iris, in welcher man einen wesentlichen Factor des ungenügenden oder ungünstigen Erfolges zu suchen hat oder doch suchen zu müssen meinte. Abgesehen von den Fällen, wo *Prolapsus iridis* die Wundheilung hindert (zu Vereiterung des Lappens, zu ektatischen und breiten Narben mit Veränderung der Hornhautwölbung oder mit Iriszerrung und Drucksteigerung, zu starker Verziehung, selbst zu Verschliessung der Pupille führt), kommen sehr viele Fälle von Iritis vor, welche bald als directe Folge mechanischer Beleidigung bei der Operation (Quetschung, Zerrung), bald als Folge von Reizung der Iris durch Staarreste oder, wie Pagenstecher meint, sich retrahirende Kapselzipfel aufzufassen sind, und welche den Erfolg durch hintere Synechien, durch *Cataracta secundaria* trüben, oder durch Pupillensperre temporär, durch Bildung dicker Exsudatschwarten hinter der Iris oder endlich als eitrige Iridokyklitis für immer vernichten. Die Excision eines etwas breiteren Irisstückes, durch Gräfe zunächst gegen die Wiederkehr und gegen die deletären Folgen der Iritis in die operative Augenheilkunde eingeführt (1855), konnte fortan gleichsam als Prophylacticum bei Staaroperationen angewendet werden, während sie früher nur nebenbei nach zufälliger Verletzung der Iris oder als Abhilfe gegen schlechten Wundschluss und bei Unnachgiebigkeit des Sphinkters geübt worden war.

Zunächst war es Mooren[2]), welcher die Ursachen des Nichterfolges, namentlich der Hornhautvereiterung theils in zurückgelassenen Staarresten, theils in Iritis, theils endlich in reiner Abscedirung der Cornea (durch Schrumpfung des Lappens) suchend, dem Verhalten der Iris die grösste Rolle für den Endausgang der Operation zuschrieb und demgemäss sich die Frage stellte, ob es nicht möglich sei, das Auftreten der Iritis zu verhüten oder doch wenigstens dieser Entzündung das Gefährliche zu benehmen. Einige scharfe Beobachtungen führten ihn zu der Ueberzeugung, dass die Excision einer Partie Iris zum Ziele führen könne. Er hielt es jedoch für gefährlich, die Iris erst nach vollendetem Hornhautschnitte, namentlich nach Beseitigung der Linse zu excidiren und schickte deshalb die Iridectomie einige Wochen — mindestens zwei — voraus. Er erklärte dieses Verfahren für das allein sichere in Fällen, in denen das Allgemeinbefinden zu wünschen übrig lässt (hohes Alter, Marasmus, Congestionen zum Kopfe, Unmöglichkeit ruhigen Verhaltens).

1) Ann. d'ocul. T. LXVI. p. 126.

2) Heidelberger Congress 1861, Die verminderten Gefahren der Hornhautvereiterung, Berlin 1862.

Kurze Zeit darauf publicirte Jakobson[1]) ein Verfahren, bei welchem er nach 100 Operationen nur Ein Auge verloren hatte. Er verlegte zunächst den Hornhautschnitt in die Corneoskleralgrenze, »um den Lappen jedesmal so gross als möglich zu bilden, reichlich so gross, dass auch der voluminöseste Linsenkern mit daran haftender Corticalis hindurchtreten könnte, ohne zu viel abzustreifen oder gar den Lappen gewaltsam in die Höhe zu drängen oder zu knicken«. Er fand, dass die Schnittführung in dem gefässreichen Theile für die Wundheilung nicht minder gut, vielmehr besser sei, als in der gefässlosen Cornea. »Um den einzigen Nachtheil einer so peripheren Wunde, den *Prolapsus iridis* zu beseitigen, hat man regelmässig ein breites Stück aus dem von der Linse gequetschten Irissegmente zu excidiren.« »Dass der beim Durchtritte der Linse gequetschte Iristheil, gleichviel ob er gegen die Lappengrenze hin dislocirt geblieben oder in seine normale Lage zurückgekehrt war, fast immer der Ausgangspunct einer Iritis wurde, davon hatte ich mir schon seit Jahren die Gewissheit verschafft, indem ich meine Extrahirten am ersten, zweiten oder dritten Tage untersuchte.« »Müssen wir zugeben, dass Quetschung der Iris und Zurückbleiben von Linsentheilchen zu vermeiden nicht immer in der Gewalt des Operateurs liegt, dass ferner beides Iritis erzeugen kann und auch factisch fast regelmässig erzeugt, so gestehen wir damit eine grosse Schattenseite der üblichen Lappenextraction ein.« Jakobson motivirt die Irisexcision besonders durch den Hinweis auf die von mir II. 302 hervorgehobene Thatsache, dass Linsenreste, irgendwo zurückgeblieben, über kurz oder lang hinter jene Partie der Iris gedrängt werden, welche hinter dem Lappen liegt; er excidirte die Iris, um nicht durch Blutung im weitern Beobachten gehindert zu sein, erst nach Beseitigung der Linse und konnte dies ohne Gefahr thun, weil er stets nur in tiefer Narkosis operirte. »Das Chloroform lähmt die Augenmuskeln, vermindert dadurch die Häufigkeit des Glaskörpervorfalles und ermöglicht die Beendigung der Operation mit günstigem Resultate auch dann, wenn frühzeitiges Vortreten des Glaskörpers nicht zu verhindern war.« »Wir müssen das Vortreten von Glaskörper immer zu den wichtigsten und hauptsächlichsten Hindernissen für die günstige Heilung des operirten Auges rechnen; diesem Hindernisse entgegenzutreten, ist die tiefe Chloroformnarkose von unschätzbarem Werthe.« — Trotz des glänzenden Erfolges fand Jakobson's Verfahren kaum mehr Eingang in die Praxis als das von Mooren. Eine gewisse Scheu vor der tiefen Narkosis scheint der Aufnahme desselben am meisten entgegen gewesen zu sein. Aber Jakobson's genaue Beobachtungen und gründliche Studien gingen nicht verloren; sie wurden, wenn auch bei einer andern Methode, vielfach verwerthet. Die Zulässigkeit der Verlegung des Schnittes in die Corneoskleralgrenze bei gleichzeitiger Iridektomie und die der frühzeitigen Besichtigung des operirten Auges waren nachgewiesen, die Aetiologie des Glaskörpervorfalles von einem neuen Standpuncte aus beleuchtet, die Nützlichkeit der Iridektomie behufs der Verhütung von Iritis durch überraschend günstige Erfolge mehr als vordem plausibel gemacht.

Es liegen jedoch unzweifelhafte Beobachtungen von Fällen vor, als dritte Reihe, in welchen die Ursache des Nichterfolges (des Verlustes) weder in Staarresten noch in der Iris gesucht werden konnte, in welchen der schlechte Erfolg der Methode selbst, nämlich der Lappenbildung zur Last gelegt werden muss. Ich habe in zwei Fällen nach tadelloser Extraction der Kapsel sammt der peripher verflüssigten Linse und ohne Fehler nach derselben Vereiterung der Cornea beobachtet. Der ebenso unermüdliche als scharfsinnige Forscher v. Gräfe[2]) hat den Nagel wohl auf den Kopf getroffen, als er sagte: »Je weiter ein Schnitt aufklappt, desto leichter und vollständiger haben wir den Linsenaustritt zu erwarten, aber desto grösser ist bei schlechter Heiltendenz die Gefahr der

1) Ein neues und gefahrloses Operationsverfahren zur Heilung des grauen Staares. Berlin 1863.

2) A. f. O. XI. c. 5.

Wundprocesse (Hornhautvereiterung).« Der Bogenschnitt gestattet eben leichtes Aufklappen nicht nur bei, sondern auch nach der Operation. Der Erfolg ist daher stets auch vom Verhalten des Patienten nach der Operation, somit nicht blos von dessen Können, Wollen und Verstehen, sondern auch von Zufälligkeiten abhängig, welche ausser unserer Berechnung liegen. Wir werden auch nach durchaus musterhaft gelungenen Operationen unter einer grösseren Zahl von Fällen immer einige Verluste zu verzeichnen haben, in welchen die Ursache manchmal in Fehlern des Kranken oder der Pflege, manchmal aber auch gar nicht aufzufinden ist. Hüten wir uns in letzterem Falle, ohne weiteres auf den *Genius epidemicus* oder auf die Constitution des Operirten zu recurriren. Wir gewinnen dadurch für spätere Operationen keine verwerthbaren Anhaltspuncte, sofern es nicht gelingt, diese Feinde, wenn sie wirklich existiren, in vorhinein zu erkennen. Wenn wir nach bilateraler Operation das eine Auge durchbringen, das andere nicht, so kann die Ursache des Nichterfolges kaum anders wo als in der differenten Beschaffenheit der Augen, der Staare, des Operationsverfahrens, des Verhaltens des Kranken gesucht werden. Der Verlust beider Augen, in einer Sitzung oder in mehr weniger langen Intervallen operirt, ist doch ein seltenes Ereigniss (unter 1000 Fällen kaum 8). Da ist der Schluss auf constitutionelle Ursachen nahe gelegt, allerdings noch nicht gesichert.

Der Eiterungsprocess in der Cornea, durch welchen wir in seltenen Fällen nur einen kleinen Theil dieser Membran verlieren, so dass nachher wohl noch die Möglichkeit einer Pupillenbildung bleibt, wodurch jedoch meistens das Auge ganz zu Grunde gerichtet wird, kann in der Cornea beginnen, wie die frühzeitige Besichtigung des Auges (Jakobson, Gräfe) gezeigt hat, er kann aber auch secundär auftreten, nachdem eitrige Iridokyklitis, wahrscheinlich meistens durch Wundsprengung eingeleitet, schon vor ihm zur Beobachtung kam. Die Wundsprengung führt nicht in allen, aber doch in relativ vielen Fällen zu Iridokyklitis oder zu Panophthalmitis, in letzterem Falle sogar nicht immer zu Hornhautvereiterung (wenn der Abscess, wie ich gesehen habe, durch die Sklera sich entleert). Der Grund der Iridokyklitis ist wohl in der plötzlichen Aufhebung des interocularen Druckes zu suchen, da wir ganz denselben Vorgang auch auftreten sehen, wenn bereits überhäutete Irisvorfälle durch Drucksteigerung (Muskelanstrengung mit Stauung des Blutes in den absteigenden Hohlvenen) gesprengt werden.[1] Man findet zur Zeit, wo man zur Besichtigung des Auges veranlasst wird, die Wunde meistens wieder geschlossen, aber das Kammerwasser diffus getrübt, mit oder ohne Hypopium. Ein ominöses Zeichen ist dann eitergelbes Exsudat in der vordern Kammer, welches an der Peripherie saturirter erscheint, in ähnlicher Weise, wie bei Schichtstaar die Peripherie der Trübung stärker hervortritt als in der Mitte der trüben Scheibe. Dabei kann der Hornhautlappen noch rein aber auch schon mehr weniger trüb aussehen. Beschränkt sich die Entzündung auf den vordern Abschnitt des Bulbus, so kommt es nicht nur zum Pupillarverschlusse, sondern auch zur Bildung einer mehr weniger dicken Exsudatschwarte hinter der Iris, welche alsbald härter wird, den Kreis, welchen das *Corpus ciliare* beschreibt, durch concentrische Schrumpfung verkleinert, und somit auch die Wölbung der Cornea beträchtlich alterirt, indem die Cornealnarbe, durch die Iris mit jener Exsudatschwarte verbunden, rückwärts gezogen wird. Die durchsichtig gebliebene Partie der Cornea wird dann flacher oder bekommt Falten, welche gegen die Hornhautnarbe hin verlaufen. Das Auge ist verloren. Greift die Entzündung tiefer, wird der Glaskörper durchaus eitrig infiltrirt, so kommt es zu entzündlich ödematöser Schwellung der Umgebung (*Tunica vaginalis, Conjunctiva bulbi*), daher Hervortreibung des Bulbus, Beschränkung, Aufhebung der Beweglichkeit, Zerrung der Ciliarnerven, Dehnung des Opticus (Photopsie). Das Bild der Panophthalmitis steht vor uns. Der im Bulbus angesammelte Eiter bahnt sich nach langen un-

---

1) Arlt, I. 245.

säglichen Schmerzen durch die in Verschwärung gezogene Cornea, manchmal jedoch durch die Sklera (im Bereiche des *Corpus ciliare*) einen Weg, falls man nicht durch eine Incision der Sklera den Process abkürzt.

In anderen Fällen geht die Entzündung offenbar von der Cornea aus. Diese wird zunächst längs der Wunde oder auch an einer kleinen Stelle auffallend trüb und matt, wobei man die Pupille noch ziemlich gut aussehend findet, dann aber trübt sich die Cornea wohl ringsum (Ringabscess) durch eitrige Infiltration und verfällt weiter und weiter greifender Schmelzung. Iritis scheint sehr frühe hinzuzutreten, denn es treten sehr bald entschiedene Schmerzen auf.

In einer relativ sehr geringen Zahl von Fällen kommt es vor, dass man nach ganz gelungener Operation, bei zweckmässigem Verhalten, so weit sich dasselbe controliren lässt, und unter günstigen äussern Verhältnissen schon am zweiten oder dritten Tage beim Wechseln der Charpie nur durch das Vorhandensein schleimig eitrigen Secretes und einer leichten Schwellung des obern Lides zur Besichtigung des Auges veranlasst, die Cornea in mehr weniger weit vorgerückter Colliquation findet und der Kranke versichert, niemals Schmerzen oder nur dann und wann ein flüchtiges Stechen bemerkt zu haben. Die Schmelzung der Hornhaut schreitet unaufhaltsam vor und man muss froh sein, wenn unter sorgfältiger Anwendung des Verbandes das Hinzutreten von Panophthalmitis ausbleibt.

Ueber die Behandlung dieser Folgezustände und über die allenfalls nöthigen und zulässigen Nachoperationen verweise ich auf die betreffenden §§ nach dem peripheren Linearschnitte und auf die Disscission.

Die Versuche von Lebrun und von Liebreich, durch Bildung eines in der Hornhaut geführten Bogenschnittes von geringer Lappenhöhe, sowie die Küchler'sche Querextraction werden später § 51 besprochen werden, da sie bereits von dem Gräfe'schen Grundsatze ausgehen, dass das leichte Aufklappen des Hornhautlappens in erster Linie als Ursache der Misserfolge bei der Daviel'schen Methode zu betrachten seien.

§ 36. **Verwendbarkeit (Anzeigen).** Der Extraction mit dem Bogenschnitte hat man mit Recht jene Staare nicht zugewiesen, bei welchen die Bedingungen zur Disscission (Dislaceration) und zur einfachen Linearextraction vorhanden sind. Jene Fälle, wo wegen voraussichtlichen Mangels der zur Heilung einer Lappenwunde nöthigen Ruhe und Pflege oder wegen marastischen Zustandes des Cataractösen die Extraction mit dem Bogenschnitte unterlassen oder durch die Reclination vertreten wurde, fallen gegenwärtig, wie aus der Darstellung der peripheren Linearextraction einleuchten wird, dieser anheim. Da jedoch selbstverständlich auch jene Fälle, welche bisher der Lappenextraction gehörten, ohne weiters der peripheren Linearextraction zugewiesen werden können, sofern man das Iriscolobom nicht zu scheuen braucht, so hat es den Anschein, als könne man das von Daviel inaugurirte Verfahren ganz entbehren, als brauche man sich nur mit dem Gräfe'schen vertraut zu machen, als werde die seit Beer so gefeierte Methode auch das Schicksal der ältesten Staaroperation erfahren, von Fachgenossen gar nicht mehr besprochen zu werden.

Die Kenntniss und Beherrschung der Technik der Extraction mit dem Bogenschnitte erscheint aber zur Zeit, die Superiorität der Extraction mit dem peripheren Linearschnitte vorausgesetzt, noch immer in einer gewissen, wenn auch nicht grossen Zahl von Fällen unentbehrlich, gleich wie auch die Depression noch immer ein, wenn auch bescheidenes Plätzchen in der operativen Augenheilkunde einnimmt und stets einnehmen wird. Hierher gehören zunächst die Fälle, wo die Linse, gleichviel ob getrübt (vielleicht auch verkalkt) oder durch-

sichtig, wegen Zerreissung oder Dehnung der Zonula aus dem Auge geschafft werden soll, wo mit der Linse zugleich ein in oder nahe hinter ihr sitzender fremder Körper zu beseitigen ist, § 134 und 135, dann manche Fälle von *Cataracta accreta*, endlich Fälle, wo die periphere Linearextraction nach oben, z. B. wegen Hornhautnarben daselbst, nicht möglich ist. Denn die periphere Linearextraction nach unten lässt sich kaum mit mehr Aussicht auf einen guten Erfolg ausüben, als die Extraction mit abwärts gerichtetem Bogenschnitte. (Unten ist die Bildung eines breiten Bindehautlappens schwierig.)

§ 37. Liegt die **Linse in der vorderen Kammer** und, wie gewöhnlich mehr nach unten, so führe man den Bogenschnitt mit entsprechender Länge und Höhe nach unten. Ist die Linse wenigstens in der Corticalis weich, so bereitet sie der Durchführung des Messers wahrscheinlich keine Schwierigkeit. Ist sie hart oder verkalkt, so ist zu überlegen, ob man, mit der durch die vordere Kammer geführten Spitze des Messers einen leichten Bogen beschreibend, vor oder hinter der Linse den Ausstich höher oben oder tiefer unten werde gewinnen können, oder ob man sich vorläufig mit einem kurzen und seichten Bogenschnitte begnügen müsse, um demselben dann mit einer leicht auf die Fläche gekrümmten Scheere die nöthige Länge und Höhe zu geben. Sodann ist die Linse nicht durch Druck auf das Auge herauszufördern, sondern mit dem Daviel'schen oder einem modificirten Waldau'schen Löffel. Dass zur Durchführung dieses Manövers die Narkosis sehr erwünscht sei, versteht sich von selbst. Man kann aber auch ohne diese zum Ziele kommen, ohne Glaskörper, wenigstens ohne viel davon zu verlieren, wenn Kneipen und Drücken vermieden wird. Die Verlegung des Schnittes in die Corneoskleralgrenze würde hier eher nachtheilig sein, wegen nachträglicher Nothwendigkeit, Iris zu excidiren. Das Hervorholen der Iris, jedenfalls nur mittelst eines spitzen Irishäkchens möglich, so wie die Excision derselben möchten leicht grösseren Glaskörperverlust herbeiführen.

Ragt die Linse nur theilweise in die vordere Kammer oder liegt sie, wenn auch vielleicht excentrisch, noch in der tellerförmigen Grube, so unterliegt die Schnittführung keiner Schwierigkeit und das Austreten der Linse sammt der Kapsel (falls diese nicht etwa durch ein Trauma gesprengt worden) ist selbst ohne Glaskörperverlust möglich, obgleich man auf die Nothwendigkeit, sie mit dem Daviel'schen oder Gräfe'schen Löffel hervorzuholen gefasst sein muss. Je geringer die Bogenhöhe des Schnittes, desto schwieriger würde das Austreten oder Hervorholen sein, desto grösser die Gefahr, viel Glaskörper zu verlieren. Der Versuch, die Linse vor dem Hornhautschnitte von der Sklera aus mit einer Nadel zu spiessen und zu fixiren, damit sie nicht etwa in den Glaskörper zurücksinke [1], dürfte wohl nur dann angezeigt sein, wenn die Linse schon vorher bei Rückenlage des Kranken momentane Senkung nach hinten zeigte. Uebrigens hat man sich in allen den hierher gehörenden Fällen vor schlechter Wundheilung, in specie vor Vereiterung der Cornea nicht zu fürchten. Die Reaction pflegt eine wunderbar geringe zu sein.

1) Gräfe, A. f. O. II. a. 204.

Vor kurzem habe ich auf diese Weise eine luxirte Linse mit bestem Erfolge extrahirt. Nach einem Schlage auf das rechte Auge hing die Linse nur noch nach innen-oben mit dem Ciliarkörper zusammen, sank bei Rückenlage mit dem untern-äussern Rande gegen den Drehpunct des Auges zurück und drohte durch die schlotternden Bewegungen das Auge amaurotisch zu machen. Ich führte eine krumme Reclinationsnadel innen oben durch die Sklera ein, fasste die Linse von hinten und liess sie durch den Assistenten gegen die Iris angelehnt erhalten; nach Anlegung der Fixationspincette machte ich den Lappenschnitt, vertauschte das Messer mit dem kleinen Gräfe'schen Löffel, und fasste die Linse in dem Momente, wo der Assistent die Nadel zurückzog. Die Extraction gelang fast ohne Glaskörperverlust, obwohl der Kranke, der sich sehr verständig benahm, nicht narkotisirt worden war. Die Heilung erfolgte binnen 12 Tagen so weit, dass der Mann als geheilt entlassen werden konnte.

§ 38. Der Bogenschnitt verdient auch den Vorzug vor dem peripheren Linearschnitte bei *Cataracta accreta,* sei es mit, sei es ohne ausgedehnte Schwartenbildung hinter der Iris (ringförmige oder totale hintere Synechie). Auch in solchen Augen wird man kaum jemals schlechte Wundheilung oder gar Eiterung in der Cornea beobachten. Bekanntlich hat Wenzel die Daviel'sche Methode dahin modificirt, dass er mit seinem Staarmesser beim Durchführen durch die Kammer zugleich der vordern Kapsel einen Bogenschnitt beibrachte. Dieses Verfahren wurde bei *Catar. accreta* in der Art benutzt, dass man das Staarmesser nicht nur durch die Cornea, sondern auch durch die Iris einstiess, hinter der Iris fortführte und dann wieder durch die Iris und Cornea ausstach, wodurch also, bei Anwesenheit der Linse, nicht nur Cornea und Iris, sondern auch die Kapsel bogenförmig durchschnitten wurde. Sofort konnte man den Irislappen hervorziehen und abschneiden; dem Austreten der Linse steht dann weiter kein Hinderniss entgegen. Bei diesem Vorgange gelingt indess die Excision eines hinreichend grossen Stückes Iris nicht immer, namentlich wenn die Iris hinten mit einer harten Schwarte belegt und der Pupillarrand fest an der Kapsel oder an dem Exsudatpfropfe haftet, welcher die Pupille verschliesst. Es ist sicherer, die Excision der Iris sammt jenem Exsudatpfropfe in der Kammer selbst vorzunehmen. Die Einführung einer wenn auch noch so feinen Scheere in die Kammer ist aber nur bei Bildung eines Lappens von 4—5 Mm. Höhe möglich. Es ist auch nicht nöthig, wenn gleich wegen der Enge der vordern Kammer oft kaum vermeidlich, die Iris gleich mit dem Hornhautschnitte zu durchbohren; man kann diess nachträglich mit einer Lanze oder gleich mit dem einen (spitzen) Arme einer Maunoir-schen oder Liebreich'schen Scheere (ähnlich der von Dowel T. II. Fig. 7) thun. Der Bulbus kann dabei statt mit einer Pincette gleich mit einem scharfen, in die zu excidirende Iris- und Kapselschwartenpartie eingepflanzten Irishäkchen fixirt werden. Das Ausfliessen des in solchen Fällen gewöhnlich verflüssigten Glaskörpers kann verhütet werden, wenn man die sonstigen Vorsichten dagegen beobachtet und mit der Scheere nicht zu weit nach hinten vordringt. In solchen Fällen hat die Lappenbildung gar keinen Nachtheil; die vis a tergo ist selbst bei nicht ruhiger Lage des Kranken eine zu geringe, als dass man von dieser Seite her Wundsprengung zu fürchten hätte. Doch darf auch der Bogenschnitt nicht im Skleralborde oder nahe daran angelegt werden; man bekommt sonst leicht starke Einwärtsziehung der Narbe. Wo Iridokyklitis überhaupt vorausgegangen, bekommt man nach dem Bogenschnitte allenfalls *Collapsus corneae,* und später

hin sehr leicht Wiederverschluss der angelegten Lücke, aber niemals sah ich Cornealvereiterung.[1]) (In neuester Zeit[2]) hat Wecker einen ähnlichen Vorgang empfohlen.)

c. Extraction mittelst peripheren Linearschnittes (v. Gräfe).

§ 39. Die Gefahr, welche »durch die Lappenbildung bei ungünstigen äusseren Verhältnissen oder bei Mangel an Naturheilkraft durch die Vereiterung der Hornhaut« gegeben ist, bestimmte Gräfe gleich zu Anfang seines ärztlichen Wirkens, sich nach einem Verfahren umzusehen, welches die Herausbeförderung des Staares ohne Lappenbildung ermöglichen möchte.[3]) Er recurrirte zunächst auf den Vorgang, welchen Palucci, Rosas, Fr. Jaeger für geschrumpfte, Gibson und Travers für weiche Staare in die Praxis eingeführt hatten, fand jedoch, dass sich das Gebiet der Verwendbarkeit nicht weiter ausdehnen liess, als auf die flüssigen und durchaus weichen Staare, sowie auf gewisse Fälle rudimentärer Staare, wie auch ich sie bereits angegeben hatte, II. B. 323. Das Hauptverdienst seiner Studien über dieses Verfahren war eine eingehende Diagnostik der Consistenz der verschiedenen Staarformen, zu welchen die bereits vorliegenden Angaben über die physiologische Consistenz der Linse und über das Gelbwerden des Linsenkernes in späteren Jahren so wie über die Volumenveränderung und über die retrograden Umwandlungen cataractöser Linsen[4]) benutzt werden konnten und wozu die von Helmholtz angegebene seitliche Beleuchtung die besten Dienste leistete.

Gräfe erörterte die Nachtheile, welche dieses Verfahren haben kann, wenn man Staare mit der Consistenz normaler Linsen späterer Lebensjahre, Staare mit noch durchsichtiger Corticalis oder Staare mit einem harten Kerne demselben unterwirft. Eine breite Hornhautnarbe, selbst Eiterung in der Wunde, Einheilung von Iris in der Cornealnarbe, Verziehung der Pupille, Iritis, Pupillarverschluss waren beobachtet worden. Diese misslichen Folgen wurden theils der Quetschung der Cornea und der Iris, theils der Schwierigkeit, die Linse vollständig zu entleeren (namentlich nach Berstung der tellerförmigen Grube) zugeschrieben. Einfache Linearextraction.

Ohngefähr vier Jahre später[5]) suchte Gräfe die eben genannten Gefahren dieser Methode zu verringern und die Verwendbarkeit derselben zu erweitern dadurch, dass er sie mit der Iridektomie combinirte und demgemäss den Linearschnitt an die Peripherie der Cornea verlegte (modificirte Linearextraction). »Ich steche mit einem breiten Lanzenmesser an der Schläfeseite im horizontalen Durchmesser an der Hornhautgrenze so ein, als ob ich eine bis zur Peripherie reichende Iridektomie vollführen wollte, mache den Schnitt jedoch grösser, ohngefähr über ¼ des Hornhautumfanges.« »Es ist nicht nothwendig, die Iris in ebensolchem Umfange auszuschneiden, da die Iris auch bei einem schmäleren Colobom in einer für die weitere Technik ausreichenden Weise zurückweicht«. »Die Kapsel kann dann mit einem flietenförmigen Cystitom oder mit dem Häkchen eröffnet werden, jedoch stets bis in die Nähe des Linsenäquators hin, damit nicht im vierten Acte der Daviel'sche Löffel in irgend einer Weise von aussen her auf die Kapsel wirke und die Linse vor sich herschiebe.« »Der Löffel, breiter, weniger gehöhlt und am Ende etwas schärfer, wird zwischen Linsenäquator und dem grössten Kreise des compacten Kernes in die hintern Corticalmassen soweit vorgeschoben, dass das Ende desselben den hintern Pol des Kernes noch etwas überschreitet. Alsdann wird der Griff ge-

1) Arlt, Krankh. II. 325.
2) Ann. d'Ocul. LXIX. 256.
3) A. f. O. I. b. 219. 1855.
4) Arlt, Krankh. II. 241 und 259.
5) A. f. O. V. a. 158.

gen die Schläfe gesenkt und das sich hebende Ende sanft gegen den Linsenkern angedrängt.« »So wie die ersten Fragmente des zerquetschten Kernes sich in der Hornhautwunde einstellen, schiebe man den Löffel noch etwas mehr vor, so dass dessen Ende ganz die innere Grenze des Kernes umfasst, und nähere dann gleichmässig mit dem Zurückziehen des Instrumentes auch den gesprengten Staarkern der Wunde. Was sich von Corticalmassen durch sanftes Andrücken entfernen lässt, mag entfernt werden, alle gewaltsamen Versuche müssen unterbleiben, da von den zurückbleibenden Corticalmassen bei der klaffenden Pupille hier wenig zu fürchten ist.« — Durch diese Modification schien nun der Linearschnitt auch bei Staaren verwendbar, welche einen harten, wenn nur nicht grossen Kern, dabei jedoch breiig erweichte Corticalis darbieten. »Die Corticalis zeichnet sich dann durch ihre breiten, bläulich schillernden Streifen, durch ihre Aufblähung mit Vordrängung der Iris aus; der verhärtete Kern dagegen verräth sich durch einen gelben Reflex aus der Mitte des Linsensystems.« »Ich halte dieses Verfahren nur dann für unbedingt angezeigt, wenn (die Discission und einfache Linearextraction nicht zulässig) gewisse Momente gegen die Lappenextraction stimmen.« »Eine weitere Indication finde ich in den mit hintern Synechien verbundenen weichen oder halbweichen Cataracten.« »Die Linsenkapsel ist dann in der Regel durch Auflagerungen an der Innenfläche verdickt, die Rindensubstanz hat durch die Aufnahme albuminöser Bestandtheile eine grössere Klebrigkeit.« Einige andere minder wichtige Argumente so wie der Hinweis auf die Entstellung und Blendung können hier übergangen (im Originale nachgelesen) werden.

Schon im nächsten Jahre publicirte Gräfe's Assistent Dr. Schuft (Waldau) ein neues Verfahren mit linearem Schnitte, welches er die Auslöffiung des Staares benannte (Berlin 1860). Er suchte die Technik der modificirten Linearextraction zunächst durch die Construction eines schaufelförmigen Löffels (vier Löffel verschiedener Grösse) zu verbessern, und somit auch jene Fälle für dieselbe zu vindiciren, welche nach Gräfe's Anzeigen noch der Bogenschnitt-Extraction überlassen bleiben sollten. Nach Beschreibung seiner Löffel behauptete er: »Ein jedes Linsensystem, gleichviel ob durchsichtig, theilweise oder ganz getrübt, gleichviel von welcher Consistenz und Grösse, lasse sich vollständig und ohne zu grosse Verletzung und Gefährdung des Auges entfernen.« Den Hornhautschnitt rieth er nicht so peripher wie sonst behufs der Iridektomie zu führen, um Sprengung der Zonula zu verhüten. — Hat auch dieses abermals modificirte Gräfe'sche Verfahren sich keiner allgemeinen günstigen Aufnahme zu erfreuen gehabt, so ist es doch mit einigen Modificationen gewissermaassen das Vorbild der peripheren Linearextraction geworden, und sind namentlich der Critchett'sche und der Gräfe'sche Löffel nur Modificationen des Waldau'schen.[1])

Einen weitern Schritt vorwärts auf der einmal betretenen Bahn machten die Fachgenossen in London, namentlich Bowman[2]) und Critchett[3]), indem man den ursprünglich zur Operation bei Strabismus erfundenen Kelley-Snowden'schen Lidhalter zweckmässiger einrichtete (zum Sperren in jeder beliebigen Weite), hauptsächlich aber dadurch, dass man den mit einer breiteren Lanze zu machenden Hornhautstich und somit auch das Iriscolobom nach oben verlegte und den Waldau'schen Löffel viel flacher, weniger scharfrandig und eigentlich nur vorn, nicht auch zu beiden Seiten mit einem etwas vorspringenden Rande construiren liess. Der Einstich wurde von Critchett in der Hornhaut oben innerhalb des Limbus gemacht, bei grossem hartem Kern oder bei durchaus harter Cataracta nöthigenfalls mit einer stumpfspitzigen Scheere nach beiden Seiten hin erweitert, selbst bis auf $\frac{1}{5}$ des Hornhautumfanges, doch sollte der Schnitt, nur leicht gekrümmt, »eher die Eigenschaften eines Spaltes als einer Lappenwunde« erhalten. Die Resultate

---

1) Critchett de l'extr. au moyen de la curette. Ann. d'Ocul. LII. 115.
2) Ophth. Hosp. Rep. IV. p. 4. pag. 315.
3) Heidelberger Congress. 1864.

dieses Verfahrens waren nach CRITCHETT's Berichte ungleich günstiger als die der Lappenextraction, nicht nur was die Verlustprocente betrifft, sondern auch in Bezug auf die Cosmetik und die Blendung gegenüber dem Gräfe'schen und Waldau'schen Vorgange.[1]) BOWMAN machte den Einstich in der Corneoskleralgrenze und erweiterte ihn im Zurückziehen des lanzenförmigen Messers; er erhielt demnach bei gleicher Wundlänge eine geringere Lappenhöhe als CRITCHETT. Die ausführliche Beschreibung des Operationsverfahrens von CRITCHETT und BOWMAN findet sich in Royal L. Ophth. Hosp. Rep. IV. 4. p. 316—332.

In der nächsten Heidelberger Versammlung, 4. Septbr. 1865, theilte v. GRÄFE die letzte Modification der Linearextraction mit, nachdem er sie bereits in 69 Fällen geübt hatte. Im A. f. O. XI. c. folgte dann die ausführliche Beschreibung und Motivirung. Festhaltend an der Grundidee, dass bei der Setzung der Hornhautwunde die Bogenhöhe auf das Minimum reducirt, also die Bildung eines förmlichen Lappens vermieden werden müsse, anerkannte GRÄFE die Vorzüge der englischen Modification seines früheren Verfahrens, adoptirte somit die grössere Länge des Schnittes und dessen Verlegung nach oben, meinte aber, ein solcher Schnitt sei mit einem Lanzenmesser nicht zu erreichen, und der Gebrauch der Fass- oder Extractionsinstrumente sei wegen den Gefahren der Quetschung möglichst zu meiden. Das von ihm gewählte Messer (ähnlich einem bereits von LINNHARDT in Würzburg zum Lappenschnitt gebrauchten), an Schneide und Rücken leicht geschweift, 2 Mm. breit, 3,5 Cm. lang, soll 1,5 Mm. vom Hornhautrande entfernt in der Sklera eingestochen, durch die Kammer geführt, und ebensoweit von der Hornhautgrenze entfernt ausgestochen, dann so gestellt werden, dass sein Rücken gegen den Krümmungsmittelpunct der Cornealvorderfläche gerichtet, die Schneide also in einer Bogenlinie zum Vorschein kommt (nach sägender Bewegung), welche mit dem grössten Kreise der Cornealvorderfläche zusammenfällt, den man durch Verbindung des Anfangs-, End- und Mittelpunctes der Schnittlinie erhalten würde. An der Aussenfläche würde der Einstichspunct 11 Mm. in gerader Linie vom Einstichspuncte abstehen; die Breite der Wundränder würde gleich sein der Dicke der Cornea (respective des Corneoskleralbordes). — Ganz streng in einem grössten Kreise hat GRÄFE wohl nie den Hornhautschnitt geführt, indem er gleich anfangs von etwa ½ Mm. Lappenhöhe und von der Bildung eines Bindehautlappens sprach, und später, schon 1867[2]), sprach er bereits von »weniger steiler Messerführung«, also von mehr schräger Durchschneidung der Bulbuswand, womit natürlich auch eine gewisse Lappenhöhe gegeben ist.

§ 40. **Vorbereitung.** Die Rücksichten auf die äussern Verhältnisse, auf das ruhige Verhalten und auf das Allgemeinbefinden des zu Operirenden sind im Ganzen weniger streng zu nehmen, als vor dem Bogenschnitte.

Erweiterung der Pupille erleichtert die Schnittführung wesentlich. Man träufle jedoch bloss (Tags vorher oder früh morgens) ein Tröpfchen der gewöhnlichen Atropinlösung ein, damit die Erweiterung mit dem Abflusse des Kammerwassers nahezu vorüber sei und das Engerwerden der Pupille nach beendeter Operation die richtige Lagerung der Iris begünstige. Narkosis ist zulässig, doch nur bei sehr furchtsamen oder schon beim Einlegen des Elevateurs sehr unruhigen Personen nothwendig.

Zur Assistenz genügt ein Arzt, welcher nöthigenfalls mit der einen Hand den Augenbrauenbogen emporzuhalten, mit der andern die Fixationspincette im

---

1) Heidelberger Versammlung 1864 in ZEHENDER's klin. Monatsbl. p. 349 und Ann. d'Ocul. 1864. p. 115.
2) A. f. O. XIII. b. 559.

zweiten Momente zu übernehmen hat. Die Fixirung des Kopfes kann derselbe Arzt oder sonst eine geeignet erscheinende Person übernehmen.

Von Instrumenten braucht man: einen Sperrelevateur (T. I, Fig. 15), eine Fixationspincette, ein Gräfe'sches Staarmesser (T. I, Fig. 2), eine seicht gekrümmte Irispincette, eine kleine, flachgebogene, gerade oder auch knieförmige Scheere, ein am Stiele beliebig biegsames scharfspitziges Irishäkchen oder ein Cystitom (T. I. F. 5), einen Daviel'schen und einen Gräfe'schen Löffel (T. I. F. 13) oder die Weber'sche Drahtschlinge. Kaltes Wasser, weiche Leinenfleckchen, allenfalls ein Stückchen feinen Badeschwammes und die Verbandrequisiten müssen bereit sein.

Stellung des Bettes, Lagerung des Kranken, wie in § 24.

§ 41. **Vorgang bei der Operation.** Der Operateur steht oder sitzt zur Rechten des Kranken, der Assistent an der andern Seite (wenn er nicht zugleich den Kopf zu fixiren hat). Der Operateur legt den Elevateur ein, erst unter das obere, dann unter das untere Lid, und dreht die Stellschraube fest zu, nachdem die Lidspalte auf 12—15 Mm. geöffnet ist. Bei stark vortretender Hornhaut (Myopie, Glotzauge) und bei stark kneipenden Patienten schützt der Elevateur das Auge nicht vor der comprimirenden Wirkung des Schliessmuskels; da muss der Assistent mit dem Daumen der rechten Hand die Orbitalportion des Kreismuskels aufwärts ziehen und bis zur endlichen Beseitigung des Elevateurs halten, oder man muss ihn mit dem Desmarres'schen vertauschen. Durchschnittlich genügt es den Elevateur an dem gegen das Ohr gerichteten Ende vom Assistenten etwas aufwärts und an die Schläfe angedrückt halten zu lassen.

Erster Moment. Der Operateur heisst nun den Kranken aufwärts blicken und fasst den Bulbus gerade im verticalen Meridian nahe unter der Hornhaut an der Conjunctiva oder, wenn diese zu mürbe erscheint, an der Sehne des *M. rectus inf.* Mit der andern Hand (also mit der rechten, wenn das linke Auge operirt wird) führt er das Messer. Die Wunde soll äusserlich vom Ein- bis zum Ausstichspuncte in gerader Linie so lang sein, als der horizontale Durchmesser der Cornealbasis (Mittel: 12 Mm.).

Als Cornealbasis denken wir uns hier eine Ebene, senkrecht auf der geraden Axe und so weit hinter dem Scheitelpuncte der Cornealoberfläche gelegen, dass sie diese an der Schläfen- und Nasenseite gerade an der Grenze zwischen Cornea und Sklera durchschneiden würde. Somit wird auch der an der Schläfen- und Nasenseite circa 0,5 Mm. breite, vom *Limbus conjunct.* bedeckte Saum noch als zur Hornhaut gehörend betrachtet. Dann ist der Halbmesser der Cornealbasis durchschnittlich 6 Mm. lang, nur bei ausgesprochen hypermetropisch gebauten Augen etwas kürzer, und man kann nach diesem Radius leicht bemessen, wie weit die Peripherie der Hornhautbasis unten und oben bereits in das Skleralgewebe reicht, da ja bekanntlich unten und besonders oben der die Cornea umsäumende Skleralfalz viel breiter ist als zu beiden Seiten.[1])

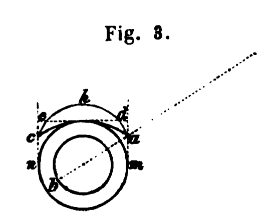
Denkt man sich auf den Endpuncten des horizontalen Durchmessers der Cornealbasis je eine Senkrechte (Tangente) aufgestellt, so sollen Ein- und Ausstichspunct gerade hinter diese fallen, also circa 12 Mm. von einander abstehen. Der Punct, wo der verticale Durchmesser der Cornealbasis die Sklera treffen würde, ist der Punct, gegen welchen hin die Schneide des Messers beim Durchschneiden der Cornea und Sklera zu dirigiren ist. Wir

1) Arlt, A. f. O. III. b. 87 und Krankh. 1851. I. B.

wollen ihn den **Scheitelpunct** der Cornealbasis nennen. Ein- und Ausstichspunct, durch eine gerade Linie verbunden, müssen um die Messerbreite unterhalb der Tangente dieses Scheitelpunctes genommen, also in die Sklera verlegt werden. Sie fallen demnach offenbar **hinter** die Ebene der Cornealbasis, während der Mittelpunct des Schnittes **in** diese Ebene oder noch etwas vor den Scheitelpunct derselben zu fallen hat. Hieraus ergibt sich, dass dem Messer, als Ebene gedacht, eine leichte Neigung zur Cornealbasis (mit ein wenig vorwärts gerichteter Schneide) zu geben ist, namentlich während des eigentlichen Schneidens.

Demnach wird das Messer mit aufwärts gerichteter Schneide ohngefähr 1,5 Mm. vom Hornhautrande entfernt und 2 Mm. unterhalb der Tangente des Scheitelpunctes der Cornealbasis an die Sclerotica (Schläfenseite) angesetzt und so in die Kammer eingestossen, als ob man gegen einen vom Centrum der Pupille etwas nach innen-unten gelegenen Punct (*b*) vordringen wollte. (Dadurch wird die Wunde in der *Membrana Descemeti* etwas grösser, als wenn man das Messer gleich beim Einstechen gegen den Ausstichspunct (*c*) hin richten würde.) Durch entsprechende Senkung des Heftes wird dann die 6—8 Mm. weit eingedrungene Spitze gegen den Ausstichspunct, also horizontal gegenüber dem Einstichspuncte dirigirt und vorgeschoben, wobei das Verfangen sowohl in der Iris als in der Cornea zu vermeiden, nöthigenfalls durch leichtes Zurückziehen sofort zu corrigiren ist. Glaubt man nach der Stellung des Messers annehmen zu dürfen, dass die Spitze an dem richtigen Puncte zum Ausstechen stehe, so steche man aus, corrigire sich jedoch sogleich, falls die Spitze an einem unrechten Puncte der Sklera zum Vorscheine käme. Eine nachträgliche Correctur, wie etwa beim Bogenschnitte, ist hier schwer möglich. Hierbei und bei dem weitern Vorschieben der Klinge hat der Patient den Athem nicht anzuhalten, der Operateur aber jeden Druck auf den Bulbus (mit der Pincette, mit dem Messer) zu meiden, und das Messerheft leicht gegen die Schläfe drängend zu halten, um das vorzeitige Abfliessen des Kammerwassers zu verhüten und um nicht mit der Nase in Collision zu kommen.

Fig. 3.



Ideal des peripheren Linearschnittes. Cornealdurchmesser 12 Mm.
⁞ ⁞ Tangenten zum horizontalen Durchmesser *mn*.
..... Tangente zum verticalen Durchmesser.
a Einstichspunct.
ab Richtungslinie des Messerrückens beim Einstiche.
c Ausstichspunct.
adhec Verlauf der Bindehautwunde.
ac Verlauf der Corneaskleralwunde an der Aussenfläche der Sklera.

Ist der Ausstich richtig gemacht, so beurtheile man nach der Stellung des Messers, ob eine leichte Drehung des Heftes um seine Achse nöthig sei, um dann beim Vorschieben der Klinge die Sklera **in** oder ein wenig **über** dem Scheitelpuncte der Cornealbasis zu durchtrennen und die Mitte des Schnittes weder zu weit in die Sklera noch in den Limbus oder gar in den durchsichtigen Theil der Hornhaut zu verlegen. Diese Durchschneidung kann nur durch Sägebewegung des Messers, also durch Vorschieben und Zurückziehen der Klinge unter stetem Drucke auf die Schneide ausgeführt werden, weshalb der Bulbus unten gut fixirt sein muss.

Die Durchschneidung der (gewöhnlich leicht ausweichenden) Bindehaut soll

vermieden werden, bevor nicht der letzte Rest der Sklera durchschnitten ist. Erst dann suche man einen längs der ganzen Skleralwunde gleichbreiten (2—3 Mm.) Bindehautlappen zu bilden, indem man entweder die Schneide nach oben-vorn dirigirt, oder (was ich vorziehe) indem man das Heft von der Schläfe her stark hebt, förmlich aufstellt, wobei die Bindehaut leicht in der gewünschten Weise und ohne viel Zerrung von den Schläfen — zur Nasenseite durchtrennt wird (dhe).

Wenn hierbei stärkere Blutung entsteht, so ist es räthlich, ein feuchtes Stückchen Leinwand anzuhalten, am besten bei umgeklapptem, auf die Cornea herabgeschlagenem Bindehautlappen, um Ansammlung von Blut in der Kammer zu verhüten oder selbes gleichsam wieder herauszusaugen (Knapp).

Der Schnitt verläuft äusserlich durchaus in Skleral-, innerlich in Cornealgewebe. Er durchsetzt den Schlemm'schen Canal wahrscheinlich meistens nächst dem Ein- und Aus-stiche und trifft zwischen beiden die Descemet'sche Haut diesseits, d. i. vor dem Venenplexus, weil die Schneide, etwas nach vorn geneigt, die Cornealbasis in oder vor ihrem Scheitelpuncte trifft. Würde der Schnitt durchaus in die Ebene des Schlemm'schen Canales oder gar dahinter fallen, so würde er leicht zur Sprengung der Zonula, sogleich oder in den spätern Momenten, Veranlassung geben, und würde dann auch ein Bogenschnitt von unnöthig grosser Höhe, also auch mehr zum Aufklaffen der Wunde disponirend, resultiren. Dabei würde aber an Länge der Wunde in der Descemet'schen Haut, welche auf 9—10 Mm. anzuschlagen ist, nichts gewonnen werden. Sofern das Aufklaffen der Wunde nicht nur von der Länge, sondern auch von der Höhe des Bogens abhängt, ist ein solches ohne nachtheilige Verkürzung des Längendurchmessers bis auf 4 Mm. leicht gestattet. Da die Linse im Breitendurchmesser kaum je über 9 Mm., im Dickendurchmesser meistens 4 Mm. misst, so ist kein Missverhältniss zwischen Oeffnung und Linse vorhanden. Nur geblähte Staare sind voluminöser, dafür aber auch an der Peripherie weicher. Eine Ausnahme macht mitunter *Cat. nigra*. A. Weber[1]) hat durch Rechnung gezeigt, dass ein Linearschnitt von 10,142 Mm. Länge durch Annäherung seiner Wundwinkel auf 9 Mm. eine Klaffung von 4 Mm. gestattet, und Knapp[2]) hat nachgewiesen, dass, wenn wir im Skleralband einen Linearschnitt von 9,5 Mm. machen, die Wunde eine Bogenlänge von 10,14 Mm. hat. »Bedenkt man, dass eine jede Abweichung der Schnittrichtung von einem grössten Kreise die Bogenlänge bei gleichbleibender Sehne entsprechend vermehrt, so sieht man ein, dass man nicht nöthig hat, mit der Schnittlänge über 9 Mm. bis 9,5 Mm. hinauszugehen, dass es also möglich ist, nach der Gräfe'schen Technik einen vollkommen linearen Schnitt mit hinreichender Länge für den Austritt grosser Staare ganz innerhalb des Skleralrandes zu führen« (Knapp).

Der Schnitt, in dieser Weise geführt, entspricht nicht der ursprünglichen Angabe Gräfe's, ihn in einem der grössten Kreise der Cornealwölbung zu führen, d. h. so, dass Anfangs-, Mittel- und Endpunct desselben mit dem Centrum der Cornealwölbung in einer und derselben Ebene liegen würden. Dies wäre nur dadurch zu erreichen, dass man nach der Contrapunction das Messer um seine Axe drehte (»aufstellte«), dass der Rücken der Klinge gerade gegen den Krümmungsmittelpunct der Cornealvorderfläche gerichtet wäre. Dann würde der Mittelpunct des Schnittes bereits in den *Limbus conjunctivae* oder gar an die concave Seite desselben fallen, so dass ein Bindehautlappen wenigstens in der Mitte gar nicht oder nur ausnahmsweise gebildet werden könnte. Aber die nachträgliche Deckung der Skleralwunde durch einen bandförmigen Bindehautlappen

1) A. f. O. XIII. a. 236.
2) A. f. O. XIV. a. 296

von mindestens 2 Mm. Breite halte ich, besonders seit STILLING[1]) dies betont, für wichtiger, als die mathematisch lineare Richtung der Corneoskleralwunde. So lange ich bemüht war, den Schnitt streng nach dem ursprünglichen Gräfe'schen Principe zu führen[2]), hatte ich bei weitem keine so günstigen Resultate. Das früher auch von mir adoptirte »Aufstellen des Messers« nach gewonnenem Ausstiche hat ausserdem noch zwei Uebelstände im Gefolge: durch die Drehung der Klinge entsteht besonders an der Einstichstelle ein Zwickel, welcher das genaue Anliegen der Wundränder nichts weniger als begünstigt und durch den mehr nach hinten als nach unten gedrehten Rücken des Messers wird die Iris leicht gequetscht, nicht blos in der Mitte, sondern auch in den seitlichen Partieen, welche in der Regel nicht in die Excision fallen. Dies geschieht besonders dann leicht, wenn die Drehung beim Aufstellen Abfluss von Kammerwasser veranlasst.

A. WEBER[3]) hat auch nachgewiesen, dass Schnitte, welche die Wand des Bulbus schräg durchsetzen, wie die mit dem Lanzenmesser behufs der Iridektomie üblichen, bei gleicher Länge viel weniger Neigung zum Aufklaffen, also auch zum nachträglichen Austreten von Iris und Glaskörper zeigen, als Wunden, welche die Wand senkrecht durchtrennen, wie die im ursprünglichen Gräfe'schen Sinne mit dem schmalen Staarmesser gebildeten. v. GRÄFE[4]) hat die Richtigkeit der Weber'schen Deductionen auch anerkannt, und wohl vorzüglich deshalb später »zu weniger steiler Messerführung« gerathen.

v. GRÄFE[5]) setzt die äussere Länge (Sehne) der Wunde auf $4\frac{1}{2}-4\frac{3}{4}'''$ (preussisch), bei reichlicher Corticalis nur auf $4-4\frac{1}{4}'''$ an (nach der schematischen Zeichnung 11 Mm.). Ein- und Ausstichspunct sollen nur $\frac{3}{4}'''$ unter der durch den Hornhautscheitel gelegten Tangente liegen. »Ein Linearschnitt ist zunächst ein solcher, bei welchem die Wundränder, sich selbst überlassen, in die relativ innigste Verbindung miteinander treten. Die Cornea als Kugelabschnitt genommen, so ist jene Bedingung dann erfüllt, wenn der Wundcanal in die Ebene eines grössten Kreises fällt, wenn mithin die Schnittrichtung völlig coincidirt mit demjenigen grössten Kreise, welcher die beiden Wundwinkel verbindet. Zwischen zwei Puncten auf einer Kugeloberfläche liegt der kürzeste Weg in dem grössten durch sie gezogenen Kreise, und wenn die in ihrer Continuität gestörten organischen Theile sich durch eigene Elasticität zusammenziehen, so werden sie das Bestreben haben, sich jener kürzesten Bahn zu nähern. Es werden, fiel der Schnitt selbst in diese Bahn, die Wundränder in minimo die Tendenz haben, voneinander zu weichen, es werden unter diesen Umständen die Bedingungen für eine glatte und sofortige Heilung sich am günstigsten gestalten.«

Den letzten Satz hat aber WEBER l. c. pag. 13 als unrichtig nachgewiesen. »Bezeichnen wir mit dem Ausdrucke Lappenhöhe den Abstand der Schnittmitte von der Mitte des grössten Kreises, der die Wundwinkel verbindet, so ergeben sich folgende Werthe: für den gewöhnlichen Lappenschnitt, je nachdem wir ihn mehr weniger geräumiger machen, $2-2\frac{1}{2}'''$. Wird die Fläche des Instrumentes parallel zur Iris gehalten, so begreift es sich, dass die Lappenhöhe unter gleichem Abstande der Wundwinkel (von einander) wächst, je mehr der Schnitt sich dem Hornhautcentrum nähert, dagegen abnimmt, je mehr er sich der Skleralgrenze anschliesst; denn die Basis der Cornea steht dem idealen grössten Kreise relativ am nächsten, welcher zur Iris parallel, respective zur Hornhautaxe senkrecht ist. Würde man z. B. nach der gewöhnlichen Technik der Lappenextraction einen Bogenschnitt verrichten, dessen Wundwinkel $8'''$ weit von einander abstehen und welcher sich in $1'''$ Abstand von der Hornhautgrenze befindet, so würde die Lappenhöhe auf $1\frac{1}{2}'''$

---

1) Klin. Monatsbl. 1870. p. 97.
2) Congress der Augenärzte zu Paris 1867.
3) A. f. O. XIII. a. 187.
4) Ibid. c. 560.
5) A. f. O. XI. c. 11.

ausfallen, während ein Schnitt mit gleichem Abstande der Wundwinkel, an der Hornhautgrenze geführt, nur eine Lappenhöhe von ⅘''' ergibt.«

Aus dem Umstande, dass Skleral- und Bindehautsaum oben viel breiter sind als unten, ergibt sich, dass der Schnitt nach oben für die Bildung eines Bindehautlappens zur augenblicklichen Deckung der Wunde ungleich günstiger ist, als der nach unten.

Kommen Augen zur Operation, bei denen früher die Iridektomie nach oben wegen Drucksteigerung gemacht werden soll, so mache man die zu dieser Voroperation nöthige Incision etwas steiler, damit die äussere Wunde nicht sehr peripher zu liegen komme und für die Extractionswunde dann die Bildung eines Bindehautlappens nicht erschwert oder ganz unmöglich sei.

§ 42. **Im zweiten Momente** übernimmt der Assistent die Fixationspincette, falls der Kranke nicht im Stande ist, das Auge abwärts zu rollen und so ruhig zu halten. Der Operateur fasst mit der Linken die Irispincette, mit der Rechten die dünne, gerade oder flach gekrümmte Scheere. Nachdem er den Bindehautlappen auf die Cornea umgeschlagen hat, fasst er die Iris nächst dem Wundwinkel, welcher ihm zur Rechten liegt, zieht sie gegen diesen an, dann auf- und vorwärts, und schneidet sie so durch, dass er sie in radiärer Richtung, vom Pupillarrande gegen den Ciliarrand hin spaltet, zieht sie dann nach dem entgegengesetzten Wundwinkel, mit der Scheere folgend, so dass die Iris längs der Wunde durch die Scheere, nicht durch Iridodialysis abgetrennt wird, und beendet die Excision dadurch, dass er, nachdem er die Scheere gewendet, mit dieser von der entgegengesetzten Seite die Iris wieder in radiärer Richtung ein- und abschneidet. Wem diese Wendung der Scheere schwer fällt, der ziehe behufs des letzten Scheerenschlages die Iris nach Seite des Wundwinkels an und dränge mit der Scheere die Bindehaut zurück, damit die Iris gleichsam in der Tiefe des Wundcanales excidirt werde. Die Breite des Coloboms variirt zwischen 4 und 8 Mm. Die Blutung pflegt nur dann stark zu sein, wenn die Iris mehr durch Dialysis als durch Excision entfernt wird. Sie kann durch Ansammlung in der Kammer dem nächstfolgenden Acte hinderlich werden. Das Anlegen eines feuchten Leinenfleckes längs der Wunde und selbst das Ausstreifen durch Druck auf die Cornea genügt nicht immer, das Blut ganz aus der Kammer fortzuschaffen. — Zeigt sich nach der Excision noch Iris in dem einen oder in dem anderen Wundwinkel, so soll man diese Partie fassen und so knapp als möglich abtragen. Die Enden des Sphincters zu beiden Seiten des Coloboms sollen gleich weit von der Corneoskleralwunde abstehen, keiner davon soll gegen die Wunde hingezogen erscheinen. Oft kann man sie mit dem Daviel'schen Löffel in die richtige Lage zurückschieben.

An der richtigen Excision der Iris ist viel gelegen. Lieber ein Colobom von mehr als 6 Mm. Breite, somit Gefahr von Entstellung und Blendung, als ein zu schmales Colobom mit der Gefahr, dass Iris in der Wunde früher oder später eingeklemmt werde. Die Einheilung von Iris in eine so periphere Wunde bleibt für das Auge ein Damoklesschwert. Die Zerrung der Iris gibt nicht nur Anstoss zu Iritis (Iridokyklitis) und wahrscheinlich auch zu hartnäckigen Blutergüssen in die Kammer, sondern sie führt auch leicht zum Hinaufgezogenwerden des ganzen Sphincters gegen die Narbe, so dass schliesslich ein Sehloch, wenn überhaupt, nur noch ganz oben vorhanden ist. Vergl. den Artikel: Ophthalmia sympathica. § 160. Die Gefahr der Iridenkleisis bildet die Schattenseite dieser Methode.

v. Gräfe rieth, nach dem Schnitte den Irisvorfall mit der Pincette in der Mitte zu fassen und so anzuziehen, dass er sich als triangulärer Zipfel entfalte und dann mit der

Scheere an der Basis von einem Wundwinkel zum andern, gewöhnlich mit zwei Schnitten entfernt werden könne. Es sei nicht nöthig, die Iris straff anzuziehen. »Was sich nicht so zu sagen von selbst entfaltet, d. h. bei diesem Schnitte unter den natürlichen Druckkräften prolabirt, zieht sich nach gemachter Lüftung gut in die natürliche Lage zurück, und liegt gewiss kein Grund vor, die Irisexcision über das nöthige Maass auszudehnen.«[1] An diesen Rath mich haltend, hatte ich oft Einklemmung von Iris in den Winkeln zu beklagen.

Will man die Iris so excidiren, dass das Colobom bis an den Ciliarrand reiche und nächst diesem etwas breiter sei, als am Pupillarrande, so muss man die gefasste Partie gleichsam der vom Wundwinkel her sich schliessenden Scheere entgegenziehen und sie im Momente merklicher Spannung knapp an der Skleralwunde durchtrennen, die Bindehaut zurückdrängend. An dem zweiten Wundwinkel ist dann in gleicher Weise zu verfahren. Ich pflege die Scheere mit der rechten Hand zu führen, sowohl beim rechten, als beim linken Auge, was bei leichter Krümmung (aufs Blatt) recht gut möglich ist. Ich beginne die Excision an dem nach rechts (von mir) gerichteten Wundwinkel, ziehe die Iris nach rechts und oben hervor und incidire sie in radiärer Richtung; einige kleine gleichsam fortlaufende Schnitte genügen, die Iris bis gegen den andern Wundwinkel hin abzuschneiden. In der Nähe des andern Winkels angelangt, ziehe ich die Iris nach oben und etwas über den Wundwinkel hinaus, um sie jetzt mit der knapp an die Sklera angedrängten Scheere abzuschneiden, oder ich wende die Hand mit der Scheere so, dass ich die Scheere von der entgegengesetzten Seite vorschiebe und ihr die Iris entgegen ziehe, in derselben Weise, wie beim Beginn der Irisexcison. Gewöhnlich wende ich die concave Seite der Scheere zum Bulbus.

Seit ich so verfahre, erhalte ich fast ohne Ausnahme eine schlüssellochförmige Pupille und correcte Wundheilung. Nur selten bin ich veranlasst, nachträglich Iris zu excidiren, und nur selten wird nachträglich Verziehung eines Irisschenkels gegen einen der Wundwinkel oder gar deutliches Hervortreten einer kleinen Irispartie daselbst bemerkt. In einigen dieser im Ganzen jetzt (seit drei Jahren) seltenen Fälle lag die Ursache der Verschiebung oder Vortreibung der Iris nachweisbar in später erfolgter Wundsprengung (durch Schuld des Patienten); in den übrigen konnten Staarreste (Quellung oder Reizung und gesteigerte Secretion von Kammerwasser) oder auch Fehler im Operationsverfahren die Schuld tragen.

Ich bin von der früheren Praxis, im zweiten Momente mit der einen Hand die Fixations- mit der andern die Irispincette zu führen und das Abschneiden der Iris dem Assistenten zu übertragen, abgegangen, nachdem ich einige Male in die Lage gekommen war, keinen recht verlässlichen Assistenten zur Hand zu haben. Und nun bin ich der Ansicht, dass es schwer sei zu bewirken, dass der Assistent den Scheerenschlag gerade im Momente der höchsten Anspannung übe, und nahezu unmöglich, das er dies erst von der einen und dann von der andern Seite her thue.

Horner, Wecker u. A.[2] haben empfohlen, die Atropineinträuflungen vor der Operation wegzulassen, damit sich die Sphincterenden dann besser von der Wunde zurückziehen. Wenn man indess nur Tags vorher und nur einen Tropfen einträufelt, so ist die zur Ausführung der Technik jedenfalls günstige Wirkung des Atropins mit Beendigung der Operation oder doch bald nachher vorüber; jedenfalls ist es sicherer, den Schwerpunct in die Irisexcision und Wundadaptation zu legen, als auf spontane Retraction der Iris zu rechnen.

§ 43. **Im dritten Momente** soll die vordere Kapsel in ausgiebiger Weis eröffnet werden, damit sie dem Austreten der Linse in ihrer Totalität kein Hinderniss

---

1) A. f. O. XI. c. 27.
2) Ann. d'Ocul. T. LXIX. 184.

entgegensetze und damit sie nachher nicht in das Gebiet der Pupille herein rage, mindestens nicht in die centrale Region. Hierzu kann man ein Cystitom oder ein scharfspitziges Irishäkchen verwenden. Tiefe Lage des Bulbus oder Unmöglichkeit, denselben ohne Druck stark abwärts zu rollen, macht eine knieförmige Beugung des Stieles, 6—7 Mm. hinter dem Kopfe des Instrumentes wünschenswerth, ja nothwendig. Der Operateur fixirt jetzt selbst den Bulbus und rollt ihn abwärts, führt das Instrument von einem der Wundwinkel aus hinter die Cornea, schiebt es zwischen dieser und der Kapsel bis an den untern Pupillarrand, selbst noch etwas tiefer hinab, sich immer an die Descemet'sche Membran haltend, und dreht es dann so, dass seine scharfe Spitze auf die Kapsel wirken kann. Leichtes Aufwärtsziehen bis zur obern Aequatorialgegend der Kapsel, ohne Druck nach hinten, genügt zur Zerschneidung oder Zerreissung der Kapsel. Es muss jedoch mindestens noch ein solcher Schnitt oder Riss von unten nach oben von der Vorderfläche der Kapsel aus durchgeführt werden, und zwar in einem Abstande von circa 2 Mm. unten, 4—5 Mm. oben.

Sicherer und leichter scheint mir die Eröffnung der Kapsel mit einem scharfen, am Stiele beliebig biegsamen Irishäkchen vorgenommen werden zu können. Die Biegung geschieht nach einer Seite, nicht gegen den Rücken des Häkchens. Man führt dasselbe mit der Convexität voraus bis an oder etwas hinter den untern Pupillarrand, nicht im verticalen Durchmesser, sondern z. B. links davon und reisst die Kapsel erst in horizontaler Richtung (also von links nach rechts) ein, bevor man das Häkchen gegen den darüber gelegenen (rechten) Cornealwundwinkel aufwärts zieht, geht dann wieder hinab, um von dem Puncte aus, wo der horizontale Zug begonnen wurde, wieder einen Zug gegen den andern Cornealwundwinkel durchzuführen. In ähnlicher Weise verfährt A. Weber[1]), indem er sich eines Doppelhäkchens (mit über- nicht nebeneinander stehenden Zähnen) bedient. v. Gräfe, der sich nur des Cystitoms bediente, hat überdiess noch horizontale Schnitte längs des obern Linsenäquators ausgeführt, um das Hinderniss, welches die hier ungetrennt gebliebene Kapsel dem gegen die Wunde vorrückenden Linsenrande bieten könnte, sicher zu beseitigen. Später hat Gräfe den Weber'schen Modus der Kapseleröffnung — § 50 — adoptirt[2]), wenngleich er davon eine Umschneidung eines viereckigen Kapselstückes nicht erwartete.

O. Becker[3]) hat, nachdem er das oben besprochene Manöver adoptirt hatte, mehrmals gefunden, dass mit der Linse auch ein grosses unregelmässiges Stück der Kapsel (mit schön erhaltenem Linsenpithel) herausbefördert worden war. Ich habe in einigen Fällen ein Stück der (unveränderten) Kapsel dadurch entfernt, dass ich die Liebreich'sche Pincette (statt des Häkchens) einführte, die Branchen öffnete, an die Kapsel andrückte und dann schloss. Doch sind diese Versuche noch wenig zahlreich. Jedenfalls ist die Entfernung eines Stückes aus der vordern Kapsel sehr wünschenswerth. Besonders geeignet zur Kapselextraction scheint mir die Weber'sche Kapselpincette zu sein, welche leider bisher nur Eigenthum des Erfinders ist.

Ist die mittlere Partie der Kapsel getrübt und verdickt, was sich vorher erkennen lässt, so verdient das Häkchen unbedingt den Vorzug vor dem Cystitom, denn es folgt seinem Zuge die verdickte Kapselpartie wenigstens bis in die Wunde, wo man sie mit der Pincette fassen und vollends ausziehen kann. Dass in solchen Fällen die ganze Linse sammt der Kapsel folgt, geschieht hier

1) A. f. O. XIII. a. 257.
2) Klin. Monatsbl. 1870. p. 8.
3) Nagel's Jahresber. 1872. p. 393.

ungleich seltener als bei der Lappenextraction. Auch in solchen Fällen habe ich die Liebreich'sche Pincette mit Vortheil angewendet.

Jederzeit, man mag das Cystitom oder das Häkchen verwenden, soll man allen Druck nach hinten vermeiden oder doch so zu temperiren suchen, dass man nicht bei hartem Staare denselben luxire, bei weichem bis in die hintere Kapsel eindringe. Man muss deshalb bisweilen die Spitze des Instrumentes nicht senkrecht, sondern etwas schräg auf die Kapsel aufsetzen. Wäre die Cornea collabirt, also die vordere Kapsel wahrscheinlich nicht in dem Grade gespannt, als zu ihrer Einschneidung oder Einreissung nöthig ist, so suche man diese Spannung dadurch herbeizuführen, dass man mit der Fixationspincette stärker abwärts zieht oder auch etwas rückwärts drückt.

Wenn die Ansammlung von Blut in der Kammer nicht verhütet und auch nicht beseitigt werden konnte, so muss man die Kapsel öffnen, ohne sie zu sehen. Man darf und kann das thun, ohne Gefahr, sich in der Iris zu verfangen, wenn man das Instrument vor dem Blute, also knapp an der Descemet'schen Haut so weit abwärts führt, als man sicher ist, noch im Bereiche der Pupille zu sein, und dann in derselben Weise verfährt, wie oben angegeben wurde. Dass die Kapsel eröffnet wurde, verräth sich wohl durch das Gefühl am Instrumente, oft auch durch das Weitervortreten der Linse und durch Wegdrängung des Blutes von der Kapselwunde.

v. Gräfe[1]) räth bei Blutansammlung in der Kammer erst 1—2 Minuten ein Charpieconvolut gleichmässig auf die geschlossenen Lider zu drücken und dann das Blut durch einen sanften Druck auf die sklerale Wundlefze wenigstens so weit austreten zu lassen, dass das Terrain einigermassen übersehen werden kann. Indess ist dann, wenigstens manchmal, das Blut so consistent, und auch die Wunde schon verklebt, dass nichts ausfliesst, auch nichts ausgestreift werden kann.

Ungenügende Eröffnung der Kapsel wird allerdings zunächst das Austreten der Linse erschweren; das ist aber noch nicht der grösste Nachtheil. Das Ausstreifen von Linsenresten, welche vorn von Kapsel umgeben sind, ist bei jeder Extractionsmethode schwierig, sobald die Rinde in eine schmierige oder klebrig zähe Substanz verwandelt, besonders aber wenn sie noch nicht durchaus getrübt ist. Hier kann man nicht, wie bei der Lappenextraction, so leichterdings mit dem Daviel'schen Löffel eingehen, wenigstens erfolgt hier viel leichter Sprengung der tellerförmigen Grube. Aus der Schwierigkeit, die vordere Kapsel so zu öffnen, dass sie sich nachher ganz oder doch grösstentheils aus dem Pupillargebiete zurückziehen könne, erklärt sich zum Theil, warum bisher nach dieser Methode ein höherer Procentsatz von Kapselnachstaaren beobachtet wurde, als nach der Lappenextraction. Da aber Kapseltrübungen bei weiter Pupille leichter störend einwirken, als bei enger Pupille, so ist gerade bei der mit Iridektomie combinirten Extraction ganz besonders auf sorgfältige centrale Kapseleröffnung grosses Gewicht zu legen.

§ 44. **Im vierten Momente** wird der Kranke angewiesen, abwärts, mindestens gradaus zu schauen. Manche Personen bringen diese Bulbusstellung nur dann zu Stande, wenn man sie auffordert, gegen ihre Hand zu schauen, welche ihnen der Assistent in die hierzu geeignete Lage bringt. Alsdann fixirt der Operateur den Bulbus und benetzt den Daviel'schen Löffel allenfalls in der Thränenflüssigkeit, um seine Convexität an die Cornea im untern Drittel anzulegen und einen

1) A. f. O. a. 169.

leichten Druck gerade nach hinten zu üben und weiterhin, wenn die Wunde klafft und der Linsenrand sich in dieselbe einstellt, nach oben streifend zu wirken. Während dem soll der Patient möglichst ruhig, allenfalls mit offenem Munde athmen, der Assistent das Kneipen durch Fixirung des Orbicularis an der Augenbraue auspariren. Sobald sich die Staarmasse in Bewegung setzt, ist der Druck zu temperiren, doch noch nicht auszusetzen. Diess hat erst in dem Momente zu geschehen, dann aber jedenfalls, wo der Staar mit seinem grössten Durchmesser in der Wunde steht. Bemerkt man vor diesem Momente, dass sich unten Rinde vom Kerne abzulösen beginnt, so setze man den Löffel etwas tiefer unten an, um diese Massen mit dem Kerne zugleich in Bewegung zu setzen. Bemerkt man dieses Ablösen erst in dem Momente des Austretens des Kernes, so darf man sich ein solches Nachholen nur dann erlauben, wenn keine Gefahr Glaskörper zu verlieren vorhanden ist (bei früher bemerktem Collabiren der Hornhaut, bei tiefer Bulbuslage, bei sehr ruhigem Verhalten des Patienten).

Stellt sich bei diesem Drücken und Streifen der Linsenrand nicht in die Wunde ein, so kann ein relativ zu kleiner Schnitt, ungenügende Kapselöffnung längs des Linsenäquators, Verschieben der Linse oder beginnende Ausdehnung der Hyaloidea hinter der Wunde schuld sein. Eine Verlängerung der Wunde mit Hülfe einer Scheere gerade nach der Seite oder etwas abwärts (Vermehrung der Lappenhöhe) würde wohl nur unter grosser Vorsicht und bei entschiedener Abwesenheit aller übrigen Fehler zulässig, zugleich aber das einzige Mittel zur Entbindung ohne gefährliche Quetschung sein. Leicht und ohne Gefahr auszuführen ist das Eingehen mit dem Cystitom oder Häkchen, um die Kapsel längs des Aequators, doch etwa 1—2 Mm. unterhalb des Randes zu trennen. Die Verschiebung der Linse kommt wohl nur bei durchaus oder doch im Kerne harten Cataracten vor. Mann kann sie wie bei der Lappenextraction nach dem relativen Stande des Kernes und nach dem Ausweichen desselben bei Steigerung des Druckes erkennen. § 28. Die seitliche kann man durch Streifen mit dem befeuchteten Daviel'schen Löffel oder durch Eingehen mit dem Häkchen corrigiren. Bei Verschiebung nach oben genügt manchmal ein leichter Druck auf den peripheren Wundrand oder Gräfe's Schlittenmanöver (Hin- und Herstreifen längs des peripheren Wundrandes unter leichtem Andrücken). Manchmal muss der Assistent hier den Gräfe'schen Löffel anhalten, während der Operateur unten rückwärts drückt und dann aufwärts streift. Bauchte sich die Hyaloidea vor, weil die Zonula schon präexistent verändert, weil der Schnitt zu weit in die Sklera verlegt, oder weil der Staar nach unten luxirt war, so bemerkt man in der klaffend gemachten Wunde reines Schwarz anstatt Grau. Sofort ist jeder Druck zu sistiren und der Elevateur zu entfernen. Das Weitere bei Besprechung des Glaskörperausflusses.

Der von Gräfe empfohlenen Tractionsinstrumente habe ich mich bei normalem Verlaufe nie bedient, und das Schlittenmanöver habe ich bereits im Jahre 1867 mit dem Druckmanöver (Hinaufstreifen mit dem an die Cornea angedrückten Daviel'schen Löffel vertauscht. Ich gebe, wenn schwieriger Linsenaustritt zu erwarten steht, lieber etwas an Lappenhöhe zu.

Nach Entfernung der Linse oder doch des Kernes (mit mehr weniger Rindensubstanz) wird der Elevateur entfernt. Man fasst die Arme, damit sie nicht nach dem Aufdrehen der Schraube zu weit auseinander federn, drückt den obern

Arm gegen den untern, der sich gegen den untern Orbitalrand stemmt und gleitet mit dem obern zuerst heraus. Wenn beträchtliche Reste zurückgeblieben sind, darf der Elevateur nur dann länger im Bindehautsacke belassen werden, wenn keine Gefahr vorhanden ist, die Hyaloidea zu sprengen (wie z. B. bei *Collapsus corneae*) und wenn man nicht erwarten kann, mit dem weiter (fünfter Moment) angegebenen Verfahren die Pupille rein zu bekommen.

§ 45. **Fünfter Moment.** Reinigung der Pupille, Sehversuche, Adaptirung der Wundränder. Bevor man an diese Aufgabe schreitet, lasse man den Kranken etwas ausruhen und bedecke das Auge mit einem in kaltes Wasser getauchten Leinenflecke. Nur bei starkem Blutergusse in die Kammer suche man das Blut, bevor es gerinnt, durch Ausstreifen mittelst des unteren Lides oder durch Anlegen eines Leinenfleckes an die klaffend gemachte Wunde zu entfernen. Mitunter ist das gradezu unmöglich; dann kann man eben nur für guten Wundschluss sorgen.

Sonst schreite man zuerst zur Beseitigung von Linsenresten und Blutgerinnseln aus dem Bindehautsacke mittelst eines feuchten Leinenfleckes. Gerinnsel, welche aus der Bindehautwunde heraushängen, werden mit einer gerieften Pincette gefasst und nach dem Laufe der Wunde angezogen.

Sieht man sodann Linsenreste in der Pupille, so lasse man das Auge abwärts wenden, ziehe das obere Lid mit der einen Hand aufwärts und streife mit der andern, an den Tarsus des untern Lides angelegt, unter sanftem Drucke aufwärts, wiederholt, bis die Linsenreste aufwärtsrücken und austreten. Peinlich ist es, wenn der Kranke nicht vermag, abwärts zu blicken. Man kann dann versuchen, den Bulbus mit der Pincette zu fixiren und die aufwärts streifenden Bewegungen mit dem wiederholt befeuchteten Daviel'schen Löffel vorzunehmen, vorausgesetzt, dass man es nicht mit einem Auge zu thun hat, wo die Gefahr der Glaskörpersprengung nahe liegt. (Ob Kautschuklöffel vorzuziehen seien, darüber besitze ich keine Erfahrungen zum Vergleichen.)

Scheint die Pupille rein zu sein, so beleuchte man dieselbe durch concentrirtes Tageslicht von der Seite her (seitliche Beleuchtung). Gar oft entdeckt man dann noch ganz erklekliche Reste. Manchmal kommt man mit dem Ausstreifen in keiner Weise zum Ziele. Man kann dann mit dem Daviel'schen Löffel in die Kammer eingehen, hat jedoch zu erwägen, unter Rücksicht auf das Benehmen des Kranken, ob es nicht gerathener sei, Reste zurückzulassen, als Sprengung der Hyaloidea zu riskiren. Dasselbe gilt von Zipfeln getrübter und verdickter Kapsel, wenn überhaupt die Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, dass man sie mit einer feinen Pincette werde fassen können. Oefteres Eingehen dürfte Iritis veranlassen.

Ist die Pupille so weit als möglich rein, so dienen Sehproben nicht blos zur Controle der Reinheit, sondern auch, gute Sehschärfe und Entrunzelung der Cornea durch leichten Druck auf das untere Lid vorausgesetzt, zur Beruhigung des Patienten, überdiess aber auch zur bessern Zurechtlegung der Iris (durch Anregung des Sphincters zur Contraction).

Erscheint ein Schenkel des Iriscoloboms kürzer als der andere, so ist nachzusehen, ob die Iris nicht in dem entsprechenden Wundwinkel eingeklemmt sei. Gelingt die Reposition nicht, indem man mit dem Daviel'schen Löffel an die betreffende Stelle der Cornea drückt und streift, oder die Iris von der Wunde

aus zurückschiebt, so schlage man den Bindehautlappen noch einmal zurück und excidire die in der Wunde sichtbare Partie Iris mittelst Pincette und Scheere.

Schliesslich lege man den Bindehautlappen genau an, nach Beseitigung von Blutgerinnseln und Staarresten, durch Aufwärtsstreifen mit dem Daviel'schen Löffel. Wird der Lappen beim Schliessen des Auges durch die innere Lidkante abwärts geschoben, so lasse man das Lid herabgleiten, während man noch mit dem Löffel den Lappen an den Bulbus angedrückt erhält oder man lege das an den Wimpern gefasste und abgehobene Lid über den Lappen herab. Sollte nach einer Pause beim Wiederöffnen und Schliessen des Auges der Bindehautlappen wieder umgestülpt erscheinen, so wäre wohl der Versuch gerechtfertigt, ihn durch eine feine Sutur zu befestigen (Williams).

Ich habe ein Auge mit hartnäckiger Umstülpung eines breiten Lappens wahrscheinlich nur deshalb verloren, weil ich keine Sutur angelegt hatte; die Wunde eiterte und von da aus entstand eitrige Iridokyklitis.

Gräfe hat gerathen, nach beendeter Operation einige Minuten zu warten, dann das Auge wieder zu öffnen, und durch Streifen mittelst des untern Lides das indess angesammelte Kammerwasser, allenfalls auch noch kleine Reste zu entleeren, und erst dann die Adaptirung zu besorgen.

§ 46. **Ueble Zufälle.** An diesen ist wohl oft, doch nicht immer, ein Fehler in der Diagnose oder in dem technischen Vorgange schuld. Hierher gehört vor allem:

Glaskörperlust. Bei sehr hervorragender Hornhaut (Myopie, Glotzauge) wird derselbe nur unter ganz besonderer Vorsicht verhütet werden können. Es gelangt da der Elevateur leicht bis hinter den *Aequator bulbi*; wenn der Assistent nicht im Stande ist, die Wirkung des Schliessmuskels auszupariren, so möchten die Desmarres'schen Lidhalter den Vorzug verdienen. Meistens genügt es, das Oehr des Elevateurs an die Schläfe sanft andrücken zu lassen. Wenn ein Kranker sehr gegen die Elevateure reagirt, so ist er wohl nicht ohne Narcosis zu operiren.

Wird der Schnitt zu weit in die Sklera verlegt, so ist die Gefahr der Zonulaberstung gross. Wenn wegen relativ zu geringer Länge oder Höhe des Schnittes zu grosse Gewalt angewendet werden muss, um den Staar durchzuzwängen, so kommt zur Quetschung der Wundränder auch noch die Gefahr der Sprengung der Hyaloidea. Es giebt keine Staare von abnormer Grösse, wenn man nicht im Stadium der Blähung operirt; aber es giebt Staare, welche in toto eine feste Masse bilden von 8—8,5 Mm. Breiten- und 4 Mm. Dickendurchmesser. Nur die *Catar. nigra* macht eine Ausnahme; da fanden wir bis 10 Mm. Aequatorial- und 4,5 Mm. Achsendurchmesser. Der *Cataracta nigra* stehen zunächst die dunklen, ambrafarbigen Staare mit hornartig durchscheinender Rinde, manchmal mit speichenartigen dünnen weissen Streifen in der vordern Rindensubstanz. Solche Staare können kaum ohne Quetschung und ohne Glaskörperverlust entfernt werden, wenn man dem Bogen nicht mehr Höhe als die gewöhnliche Messerbreite giebt. Diese Staare oder auch solche, deren Rinde gar nie merklich getrübt wird, kommen meistens in hochgradig kurzsichtigen Augen vor, wo die Zonula ohnehin gedehnt zu sein pflegt. Wenn beim Schneiden mehr durch Druck auf die Schneide als durch Zug gewirkt wird, kann die Zonula gesprengt werden. Bei Verflüssigung des Glaskörpers, bei mürber Beschaffenheit der gedehnten

Zonula (vorderer Kapselstaar überreifer Cataracten, hochgradige Myopie, Cataracta in Folge von Netzhautabhebung) oder bei präexistenter Luxation der Linse ist Glaskörperverlust schwer oder gar nicht zu verhüten. Ausserdem kann die Sprengung der Hyaloidea durch unrichtige Führung des Häkchens oder Cystitoms und durch unzweckmässiges Drücken beim Entbinden der Linse oder beim Ausstreifen von Resten bewirkt werden, besonders bei unvermutheten, nicht momentan ausparirten Richtungsveränderungen des Bulbus.

Sowie man das Einstellen von Glaskörper in die Wunde oder wirklichen Abgang bemerkt, ist vor allem der Sperrelevateur zu entfernen. Kommt Glaskörper gleich nach dem Hornhautschnitte, so muss jedenfalls noch die Iris excidirt werden. Das Fassen der Iris ist dann meistens nur noch mit dem Irishäkchen möglich. Ist dies geschehen oder tritt Glaskörper erst nach der Irisexcision vor, so könnte man wohl von den weitern Eingriffen abstehen und den Verband anlegen; wenn jedoch Aussicht vorhanden ist, die Linse ohne viel Glaskörperverlust heraus zu bekommen, so führe man einen Gräfe'schen Löffel oder die Weber'sche Drahtschlinge hinter der hintern Kapsel hinab und ziehe die Linse sammt der Kapsel heraus.

Kommt Glaskörper erst nach Eröffnung der Kapsel, so würde das Zurücklassen der Linse im Auge jedenfalls den Ruin desselben herbeiführen. Man müsste bei imminenter Gefahr reichlichen Glaskörperverlustes wohl die Narkosis einleiten, während welcher eine gewandte Hand das Auge mit einem Charpieballen geschlossen zu halten hätte (Jakobson).

Sind nach dem Austreten oder Ausziehen des Kernes noch beträchtliche Reste im Auge, nachdem Glaskörper ausgetreten ist, so wird es von der Ruhe des Kranken, von der Beschaffenheit, der Menge und der Lage der Linsenreste abhängen, ob man es wagen soll, sie mit dem Gräfe'schen Löffel hervorzuholen, oder ob man sie lieber zurücklasse. Compakte Massen kann man meistens durch 1—2maliges Einführen des Löffels beseitigen. Reste von überreifen Staaren scheinen im Allgemeinen gefährlicher zu sein, doch sah ich in einem Falle — *Catar. accreta* nach Iridokyklitis — auch kalkhaltige Linsenreste, die ich nicht zu entfernen wagen durfte, ohne entzündliche Reaction vertragen werden. Reste, zu deren Beseitigung ein tiefes Eingehen nöthig wäre, weil sie weit unten liegen, lasse man lieber im Auge; nicht nur die Menge des Glaskörperverlustes, auch die Zertrümmerung seines Gerüstes ist in Anschlag zu bringen. Die Pupille ganz rein zu machen, ist in manchen dieser Fälle unmöglich, in manchen ein unnöthiges Wagstück. Solche Reste können die Wundheilung hindern, Iritis (Iridokyklitis) und Nachstaar einleiten, aber auch ohne erheblichen Nachtheil resorbirt werden.

Glaskörper, aus der Wunde hervorragend, kann dort belassen, muss nicht nothwendigerweise abgetragen werden. Nach mässigem Glaskörpervorfall sieht man oft schon bei der ersten Visite nichts mehr davon; er hat sich zurückgezogen und die Wunde schliesst gut. Die Folgen reichlichen Glaskörperverlustes können sein: Netzhautabhebung, Choroidealblutung, Panophthalmitis.

Staarreste. Nach der peripheren Linearextraction bleiben relativ zur Lappenextraction häufiger Staarreste zurück, und sie sind oft beträchtlicher, als man wahrnehmen kann. Schon am ersten oder zweiten Tage findet man sie von der Peripherie her ins Bereich der Pupille gerückt. Ihre Bedeutung wurde bei-

bei der Lappenextraction § 35 besprochen. Durchschnittlich erregen sie hier nicht so leicht Iritis.

Blutung in der Kammer kann nach dem Hornhautschnitte, nach der Irisexcision, aber auch erst nach dem Austreten der Linse erscheinen und begründet weiter keine Besorgniss. Nur die im Verlaufe der Nachbehandlung auftretende Ansammlung von Blut in der Kammer verzögert die Heilung und ist ominös, wenn sie in Begleitung von Iridokyklitis auftritt. (Siehe Nachbehandlung.)

§ 47. **Verband und Nachbehandlung** sind ohngefähr so wie nach der Extraction mit Lappenbildung. Es wird dafür gesorgt, dass der Operirte durch 5 bis 6 Stunden eine ruhige Lage einhalte. Bei der Visite um diese Zeit wird gewöhnlich der Verband gewechselt, namentlich wenn das Auge getbränt oder länger als 2—3 Stunden geschmerzt hat. Will man das Auge besichtigen, was unterbleiben kann, wenn die Charpie trocken befunden und über gar keinen Schmerz geklagt wird, so geschehe dies bei Kerzenlichte. Der Operirte wird angewiesen, das Auge leicht zu öffnen; der Arzt zieht zunächst das untere Lid etwas abwärts und beachtet, ob sich viel Thränen entleeren, und ob Blutgerinnsel oder Staarreste im Bindehautsacke liegen. Hierauf, das Licht zur Seite und ½ bis 1 Meter entfernt, legt man den Daumen an die Augenbraue und lässt den Blick gradaus richten, um erst einen allgemeinen Ueberblick zu nehmen. Wo die Charpie wenig oder gar nicht durchfeuchtet war, genügt die Besichtigung der Iris und Cornea bei schwacher Focalbeleuchtung von der Seite her. Die Wundregion werde nur bei abnormen Erscheinungen näher besichtigt. Nichtherstellung der Kammer hat nichts zu bedeuten, ebenso Blut in der Kammer als Residuum von der Operation selbst, nicht erst später aufgetreten. Nach Erneuerung des Verbandes, welcher dem Kranken keinen Druck veranlassen soll, kann man den Kranken beliebig lange im Bette sitzen lassen. Zweckmässig ist hierzu das Anlehnen an die Rückseite eines umgekehrten Rohrstuhles, am besten an die beliebig hochstellbare Fläche eines eigens zubereiteten Gestelles, ähnlich einem beweglichen Schreibpulte. (Stehkissen). Etwa 4—5 Stunden später wird der Besuch wiederholt, ob nichts von Bedeutung vorgefallen sei.

Wenn der Wundschmerz länger als 2 Stunden gedauert hat, wenn die Schmerzen gar nicht aufgehört haben oder doch wiedergekehrt sind, so ist eine genaue Nachforschung nach der Ursache geboten. Man sehe nach, ob nicht durch Kneifen das obere Lid über das untere herabgeschoben, dieses vielleicht nach innen umstülpt wurde. Bisweilen sind kleine Linsenreste, Blutgerinnsel oder Cilien im Bindehautsacke geblieben, manchmal aber bloss reichliche Thränen angesammelt und schon das Abziehen des untern Lides bringt Aufhören der Schmerzen. Sehr oft sind Reizzufälle: Thränen, Lichtscheu, Drang zum Kneifen, selbst Schmerzhaftigkeit durch Aufquellen von Linsenresten schon um diese Zeit bewirkt. In andern Fällen gehen diese Zufälle von ungenauem Anliegen des Bindehautlappens aus und ist dieses wo möglich zu corrigiren. Dass die stärkere Reaction auch Folge fehlerhafter Technik, namentlich starken Druckes beim Herausdrängen der Linse sein kann, versteht sich von selbst, so wie die Unzulänglichkeit unsrer Mittel in den meisten solcher Fälle. Blutegel hinter dem Ohre und Eisumschläge sind noch am ehesten wirksam.

Manchmal erweist es sich erspriesslich, den Verband durch einige Stunden mit leichten, in kaltes Wasser getauchten Compressen zu vertauschen und die Lidspalte beim Wechseln derselben durch leichtes Abziehen des untern Lides öfters zu lüften. Bei Gefühl von Druck oder Stechen, Empfindlichkeit gegen Beleuchtung (die Hornhaut verbirgt sich unter dem obern Lide) und Röthe um die Cornea (auch zu beiden Seiten, nicht bloss oben und unten), schicke man kalten Umschlägen (bis zur Eiskälte) 8—10 Blutegel hinter dem Ohre (an der Schläfe) voraus. Ist Oedem der *Conj. bulbi* ohne starke Röthe vorhanden, so wende man durch 1—2 Stunden den Druckverband, und dann wieder den Schutzverband an. Vom Touchiren der Lidhaut mit *Lapis infernalis* (nach Gräfe) habe ich keine erhebliche Wendung zum Bessern beobachten können. Atropin werde am ersten Tage nur dann eingeträufelt, wenn deutlicher Nachlass der Erweiterung der Pupille sichtbar ist.

Wenn die Operation vormittags zwischen 9 und 11 Uhr gemacht wurde, so fällt die erste Visite zwischen 4 und 5 Uhr, die zweite zwischen 8 und 10 Uhr. Letztere ist bei abnormen Zufällen nöthig, weil sich die eben besprochenen Vorboten von Entzündung manchmal erst nach 10—12 Stunden deutlich wahrnehmen lassen und weil um diese Zeit entschieden werden muss, ob man die Umschläge stetig oder in mehr weniger langen Zwischenräumen fortsetzen, allenfalls ein rasch wirkendes Abführmittel (Calomel allein oder mit Rheum oder Jalappa) verabreichen, zum Druck- oder einfachen Schutzverbande zurückkehren und den aufgeregten Kranken vielleicht durch Morphium (innerlich oder durch Injection) oder Chloralhydrat (besonders Gewohnheitstrinker) beruhigen soll.

Bei der nächsten Visite, 20 höchstens 24 Stunden nach der Operation findet man das abermals bei künstlicher Beleuchtung besichtigte Auge in befriedigendem Zustande und hat dann nur den Verband zu erneuern, oder es dauert ein gewisser Reizzustand, vielleicht von der Anwesenheit einer kleinen Partie Iris in der Corneoskleralwunde oder von Linsenresten fort, und dann sind bei Neigung zu Pupillenverengerung Atropineinträuflungen, vielleicht auch zeitweilig kalte Ueberschläge zu machen oder einfach der Schutzverband anzulegen, oder endlich man findet bereits nachweisbare Iritis, (Trübung des Kammerwassers) von Staarresten, von Wundquetschungen, von schlechter Wundheilung und beginnender Eiterung eingeleitet. Auch jetzt lässt sich von der (wiederholten) Anwendung von Blutegeln und kalten Umschlägen (allenfalls auch einigen Dosen Calomel) noch oft Stillstand und Rückgang erzielen, wenigstens wenn die Zufälle nicht von Eiterung in der Wunde ausgehen. In diesem Falle zeigt sich jetzt oder bei der nächsten Visite meistens Trübung der Cornea nächst der Wunde, und diese verbreitet sich dann bald langsam, bald rapid auf die ganze Cornea.

Geht die Entzündung von Eiterung an der Wunde aus, so sind Fälle mit lebhaften Schmerzen nicht ungünstiger, als solche mit nahezu schmerzlosem Verlaufe. In solchen Fällen erweisen sich die von Gräfe empfohlenen lauwarmen Umschläge in 1—3stündigen Pausen durch 10—20 Minuten wiederholt, abwechselnd mit Schutz- oder Druckverband, nicht nur als schmerzlindernd, sondern auch bisweilen als heilbringend, das Fortschreiten der Eiterung beschränkend. Durch energischen Druckverband kann bisweilen der Uebergang in *Panophthalmitis* verhütet werden.

Nach WECKER[1]) ist das salzsaure Chinin (*chlorhydrate de quinine*, 40 centigr. in 60 gramm aq. dest.) ein vorzügliches Mittel, dem Weitergreifen der von der Wunde ausgehenden Eiterung Einhalt zu thun. Wenn man am 2. Tage reichliche Bindehautsecretion, leichte Kammerwassertrübung, graue Tingirung des der Wunde benachbarten Hornhautabschnittes oder abnorme Schwellung des Bindehautlappens findet, soll man fleissig jede Stunde einige Tropfen dieser Lösung auf die Wunde fallen lassen, dann Atropin einträufeln, und die Lider mit einer von jener Solution durchtränkten Compresse bedeckt halten.

Wenn die ersten 36 Stunden ohne Zufälle, bis etwa auf die durch Retention von Thränen, Blutgerinnsel etc. im Bindehautsacke bedingten, verlaufen sind, so kann man die Erhaltung des Auges durchschnittlich als gesichert betrachten, es müsste denn Sprengung, starke Dehnung der Wunde bewirkt, oder Iritis (Iridokyklitis) durch Staarreste eingeleitet werden. Die Gefahr der S p r e n g u n g oder nachtheiligen D e h n u n g der W u n d e besteht wohl bis zum 15. Tage. Dieser Zufall kann allerdings von Seite des Patienten veranlasst werden durch Druck oder Stoss von aussen oder durch Momente, welche plötzliche Stauung in den absteigenden Hohlvenen bewirken, er kann aber auch begünstigt, selbst allein herbeigeführt werden durch Einklemmung von Iris in den Wundwinkeln oder durch Drucksteigerung vermöge Linsenquellung. Die Iriseinklemmung kann auch nach richtiger Operation durch Wundsprengung bewirkt werden. Die gewöhnliche Folge ist B l u t e r g u s s i n d e r v o r d e r n K a m m e r, welcher indess auch ohne Schädigung der bereits verklebten Wunde vorkommt, namentlich, so scheint es, in Fällen, wo der Corneoskleralschnitt zu nahe an den Ciliarkörper streifte oder diesen selbst traf, vielleicht auch in Augen mit früher nicht erkannten Circulationsstörungen in der Choroidea. Meistens findet man die Kammer wieder geschlossen, aber es zeigt sich Blut in der Kammer, die Wunde gedehnt, mit oder ohne deutliche Hineinzerrung von Iris, den Bindehautlappen bisweilen blutig suffundirt, das Auge thränt, kann schwer abwärts gestellt werden, ist geröthet, gegen Betastung empfindlich, mehr weniger abnorm gespannt. In manchen Fällen wird unter sorgfältig fortgesetztem Verbande durch 8—14 Tage das Blut resorbirt und treten nur leichte Zeichen von Iritis auf; in andern aber zeigt sich nebst dem Blute alsbald auch Exsudat, im Kammerwasser diffundirt oder zu Boden gesenkt, und der Kranke hat viel an Schmerzen zu leiden. Sind nicht erhebliche Staarreste vorhanden, so kann der Process damit enden, dass die Pupille nur mehr und mehr nach oben rückt, ohne ganz verschlossen zu werden; sind aber viel Staarreste da, so kommt es leicht zur Verschliessung der mehr weniger rück- und aufwärtsgezogenen Pupille und dann nach qualvollen Tagen oder Wochen auch zur Drucksteigerung. Die Iris wird dann vorgetrieben, bucklich, missfarbig, oder es bildet sich aus der Iris, den Staarresten (sammt Kapsel) und dem vom *Corpus ciliare* aus gelieferten Exsudate ein Diaphragma zwischen der Kammer und dem Glaskörper, welches, wenn die Lichtempfindung noch gut erhalten ist, den Versuch, eine Pupille anzulegen, in der Mehrzahl der Fälle durch seine Rigidität oder durch Wiederverschluss der gebildeten Oeffnung vereitelt. Das Auge ist dann in der Regel zwar nicht durch

1) Ann. d'Ocul. LXIX. 185.

ıng der Cornea, wohl aber durch Iridokyklitis verloren, und dieser Zu- insofern noch schlimmer als *Phthisis corneae vel bulbi*, weil er mitunter athischer Erkrankung des zweiten Auges führt, wie ich mehrmal, auch ı von Gräfe operirten Falle, gesehen habe. Während ich mich keines on *Iridocyclitis sympathica* nach der Lappenextraction entsinnen kann, ich mich bestimmt an vier Fälle sympathischer Erkrankung nach der en Linearextraction. Schweigger (Handbuch 1871) spricht von drei Fällen ıischer Affection nach der Extraction mit Lappenbildung (p. 332), zwei rchett, einem von Gräfe. Einwärtsziehung der Narbe (nach Kyklitis) ist

s Verhalten des Operirten bei normalem Verlaufe wird hauptsäch- ch dem Zustande der Narbenbildung regulirt. Wo nach 24 Stunden guter chluss gefunden wird, kann man das Sitzen an einer Lehne, quer übers elbst auf einem Lehnsessel ausser Bett gestatten. Das zweite Auge wird nn vor dem vierten Tage frei gelassen, wenn der Operirte durch die lheit beunruhigt wird. Abgesehen von *Delir. potat.* tritt auch bei nüchter- meistens sehr herabgekommenen und namentlich bei sehr ängstlichen ı Personen in den ersten Tagen nach der Operation eine förmliche Geistes- g auf.[1]) Das operirte Auge vor 5 vollen Tagen frei lassen bringt kaum Gewinn; selbst am 6. und 7. Tage werde es von der Früh- bis zur Abend- noch verbunden, wenn man den Bindehautlappen noch wulstig oder aber demselben noch einen merklichen Abstand der Skleralwundränder von der sieht, namentlich wenn etwas Iris darin sichtbar ist. Nach Weglassung erbandes bekommt der Operirte eine muschelförmige rauchgraue Schutz- , welche er behält, bis er das volle Tageslicht ohne Blendung und Reizung ägt, gewöhnlich 4 bis 6 Wochen. Obwohl viele schon den 10. Tag entlassen len können, ist es doch bei Vielen nicht gerathen, dies vor dem 15. Tage ıun.

d. Die Extraction mittelst des Hohllanzenstiches (Weber).

§ 48. Obwohl bereits Santarelli (§ 18) sich einer hohl geschliffenen Lanze ient hatte, um der Hornhaut eine geradlinige 10 Mm. lange Wunde bei- ringen und durch diese alle Staare zu entfernen, und obwohl auch Ed. Jäger[2]) Extraction mit einem nach der Fläche gekrümmten Lanzenmesser spricht — Krümmung variirte zwischen 8 und 12 Mm. und die Chorda des bogen- nigen Schnittes betrug 13 Mm. — so gebührt doch Ad. Weber[3]), welcher em Anscheine nach Santarelli's Schrift nicht gekannt hat, das grosse Verdienst, rch mühevolle Studien und Experimente auf eine Extractionsmethode ge- mmen zu sein, welche einerseits wesentlich zur Erläuterung und Verbesserung r Gräfe'schen Peripherlinearextraction beigetragen hat (§ 41), andrerseits aber rechtigt sein dürfte, dieser als ebenbürtig an die Seite gestellt zu werden.

In der im Juli 1873 erschienenen Monographie Ed. Jäger's, »Der Hohlschnitt«. Wien i Seidel u. Sohn — revindicirt sich derselbe die wissenschaftliche Cultivirung des Linear-

1) Sichel, Union médic. 1863. Nr. 1 und Ann. d'Ocul. T. 49. p. 154.
2) Aerztlicher Bericht des Wiener allg. Krankenh. 1866. p. 324.
3) A. f. O. XIII. a. 187.

und des Hohlmesserschnittes. Ich muss mich hier begnügen, auf diese interessante Schrift aufmerksam zu machen; verlässliche Erfahrungen oder Berichte über diese originelle Methode liegen noch nicht vor. Vgl. p. 315.

Die Lanze, welche sich Weber nach mathematischer Berechnung construirte, ähnelt der T. I, Fig. 3 abgebildeten, ist jedoch »herzförmig, 10,25 Mm. lang, damit sie in einem Hornhautkreis von 12 Mm. Durchmesser bis zum gegenüberliegenden Skleralrand eingestossen werden könne, und besitzt, 6,5 Mm. von der Spitze entfernt, eine Breite von 10 Mm., in welcher sie 2 Mm. weiter rückwärts bis zu ihrer Basis verharrt, um so die Wunde in der *M. Descemeti* eben so lang zu erhalten, wie an der Aussenfläche des Bulbus; von hier aus verschmälert sie sich bis zu dem 1,75 Mm. von der Basis rückwärts gelegenen Uebergange zum Schafte, damit die vordere Wundlefze ohne Verdrängung hier Platz finde; an dieser Uebergangsstelle selbst ist das Instrument in einem Winkel von 120° geknickt, um es an jeder Stelle der Hornhaut anlegen zu können.« Die Hinterfläche ist ausgehöhlt nach dem Radius von 10,719 Mm. Für gewöhnlich sollen Hohllanzen von nur 8,5 Mm. Breite, aber sonst gleicher Dimension und gleicher Krümmung ausreichen. Gegenwärtig verwendet Weber auch 12 Mm. breite Lanzen. Die Länge der Wunde hängt demnach von der Breite der Lanze ab; die Breite beträgt bei richtiger Führung des Instrumentes 1,75 Mm.

§ 49. **Operationsvorgang.** Ein bis zwei Tage vorher wird Atropin eingeträufelt um die Pupille ad maximum zu erweitern, die Accomodation aufzuheben und die Spannung des Bulbus so weit, als dies durch Atropin überhaupt geschehen kann, herabzusetzen.

»Die Wirkung auf die Iris bedürfen wir weniger wegen einer genauern Messerführung, als behufs der Vermeidung von Irisvorfall und behufs ausgiebiger Kapselzerreissung; bei langsamem Kammerwasserabflusse können wir auf andauernde Pupillenerweiterung rechnen. Die Wirkung auf den Ciliarmuskel lässt auf Erleichterung der Linsenentkapselung durch energisches Zurückziehen des Aequatorialfalzes rechnen.« Die Herabsetzung des intraocularen Druckes, um 10—14° des Tonometers, wie sie Atropin hervorbringen kann, dürfte, nach Weber's Versuchen, den Wundschluss begünstigen.

Nach Weber's Ansicht soll der Operateur die Operation stehend verrichten und das Instrument in retro sagittaler Richtung d. i. mit der Spitze gegen sich gekehrt führen; die Anästhesirung hält er für zulässig, niemals für nothwendig. Der Bulbus wird nach Einlegung des Sperrelevateurs mit einer Pincette fixirt, welche etwas breiter ist, als die Waldau-Gräfe'sche und nächst der Hornhaut an der dem Einstichspuncte diametral entgegen gesetzten Stelle angesetzt wird.

Wenn keine besonderen Indicationen für eine andere Stelle vorliegen und namentlich wenn man auf die Umgehung der Irisexcision rechnen kann, so nehme man den untern oder innern-untern Hornhautrand zum Einstichspuncte. »Einmal sind sie die bequemsten für eine retrosagittale Führung der Instrumente bei der zu Häupten genommenen Stellung des Operateurs; zweitens fesselt die diametral angelegte Fixir- und Pressionspincette die obstinaten und oft sehr gefährlichen, convulsivischen Rotationen des Bulbus nach oben so am einflussreichsten; drittens wird die Lagerung der Pupille, im Falle eine Verziehung vorkommen sollte, in Bezug auf das Sehvermögen verhältnissmässig die beste.«

ıgster Zeit ist WEBER wieder zum Schnitte nach oben übergegangen, vorzüglich veil er constant ein *Coloboma iridis* anlegt, um die Eröffnung und Extraction der apsel besser cultiviren zu können. Da es ihm nur um die Excision eines Stück- dem Sphinkter zu thun ist, fasst er die Iris nicht mit einer Pincette, sondern den Pupillarrand mittelst eines Häkchens bis vor die Wunde, wo er dann excidirt.

Parallelkreis, den man zum Einstichspuncte zu wählen hat, ist genau s *corneae* (§ 41), »gerade da, wo der übergreifende weisse Falz der Sklera »Beim Schnitt nach oben und oft auch bei dem nach unten ist die grösste ksamkeit auf die Erkennung dieser Stelle zu legen, da sie sehr häufig en weiter hereinziehenden und getrübten Limbus conj. gedeckt ist. Von *is corneae* wird unter normalen Verhältnissen nur dann abgewichen und stichspunct rückwärts verlegt, wenn ihr Durchmesser weniger als 12 Mm. Eine Verrückung um 1 Mm. rückwärts, welche noch erlaubt ist, wird e erfordert.«

m das Messer genau in der Ebene der Hornhautbasis einzustechen und ıhren, ist es nothwendig, diese stets im Auge zu haben und mit der Lage ssers zu vergleichen, und erst dann seine Aufmerksamkeit der Spitze zuzulenken, nachdem diese schon in die Kammer gedrungen ist, von wo ie bis zum Rande der erweiterten Pupille begleitet. Hier angekommen man die dem Einstichspuncte diametrale Stelle des Skleralbordes dicht der Fixirpincette und richte die Spitze des Messers scharf dahin. Hat e diesen Punct erreicht, so hat man hierin die sicherste Garantie für die ge Grösse, Form und Lage des Schnittes, da alles dies vom Messer selbst gt wird; man kann also später bei irgend welcher Verzögerung des Durch- der Linse vom Schnitte selbst abstrahiren und seine Aufmerksamkeit ledig- ler Erforschung anderer Ursachen zulenken.«

»Beim Ausziehen des Messers achte man — da aus der Vernachlässigung utende Hindernisse für die Entbindung der Linse entstehen können — genau angsames Abfliessen des Kammerwassers, damit die Pupille weit bleibe und ris nicht vorfalle.« (WEBER hält die Klinge beim Zurückziehen an die peri- e Wundlefze angedrückt.)

»Soll eine Irisexcision vorgenommen werden, so beschränke sie sich nur auf alleräussersten Saum« (Pupillenrand). WEBER hält deshalb das Fassen des zu idirenden Stückchens mit einem Irishäkchen für besser, als das mit einer cette. Das Abschneiden nehme der Operateur selbst vor. Blieben Zipfel in Wunde, so drehe man den Bulbus mit der Fixirpincette nach diametraler htung oder reponire die Iris beim Einführen des Cystitoms. »Das Reponiren unbedingt besser als das Liegenlassen oder weiteres Hervorziehen, da einer- ts die Quetschung durch die Cataract und die Folgen der Einheilung, andrer- ts das Zerren am Ciliarband nachtheiliger sind, als das sanfte Zurückschieben it einem Instrumente, was immer nur bis an die innere Wundöffnung zu ge- hehen hat, indem die vollständige Reposition durch den lüftenden (diametralen) ug der Fixirpincette, vor allem aber durch das Hervorquellen der Cataract nach eöffneter Kapsel ausgeführt wird.«

§ 50. **Die Eröffnung der Kapsel** soll sehr ausgiebig geschehen, besonders in querer Richtung, da vor allem dem viel ansehnlicheren Breitendurchmesser der

Linse Raum geschafft werden muss. »Ich gehe sogleich nach Einführung des Cystitoms unter einen der seitlichen Pupillarränder, führe es so weit wie möglich über der Mitte des Pupillarfeldes querüber unter den jenseitigen Rand und ziehe es nun an den entsprechenden Wundwinkel hervor, um allenfalls anhängende Kapselstücke abzuschneiden, gehe dann mit einem entgegengesetzt geknickten Instrumente an demselben Wundwinkel wieder ein, ziehe dasselbe, wie oben jenseits, so jetzt diesseits der Pupillarmitte möglichst dicht an der innern Hornhautwunde nach dem andern Wundwinkel hin und entferne ebenfalls die mit herausgeschleiften Kapselstücke.« Da sich die Querbewegung mit dem flietenförmigen Cystitom nicht ohne Gefahr von Linsenluxation ausführen lässt, »so bediene ich mich zu diesem Akte eines minutiösen Doppelhakens. Die Zinken sind nicht länger als 0,5 Mm. bei einem Abstande von 1 Mm. von einander und sehr fein, damit sie sich auch in eine bis in die Peripherie harte Cataracta nicht leicht einschlagen, wenigstens dieselbe nicht luxiren können.« Mit diesem Instrumente ist es möglich, Stücke aus der Mitte der Vorderkapsel zu entfernen.

Gegenwärtig (1873) schneidet er die vordere Kapsel mit seinem Cystitom erst horizontal (unten), dann zu beiden Seiten vertical ein und sucht sie dann mit seiner äusserst feinen Pincette zu fassen und gegen den einen oder den andern Wundwinkel hin herauszuziehen, was ihm in dem hier in Wien operirten Falle auch sehr gut gelungen ist.

§ 51. Der **Austritt der Linse** kann nur dann am wenigsten beleidigen, wenn die Linse mit ihrem grössten Dickendurchmesser in der senkrechten Halbirungsebene der Wunde, also am Schnittscheitel hindurchtritt. War schon die Anlage der Fixirpincette mit Rücksicht auf diesen Akt gewählt, so muss auch die Stelle der Klaffung und die Richtung des Gegendruckes eine bestimmte und nicht wechselnde sein. »Das Klaffungs- und Druckinstrument, dessen ich mich bediene, ist eine querovale, 9 Mm. resp. 10 Mm. breite, etwas ausgehöhlte Schaufel von Schildplatt oder Silber, deren vorderer convexer Rand zugeschärft, ohne Aufkrämpung ist, so dass er nicht nur so dicht wie möglich dem peripheren Wundrande aufgelegt werden, sondern auch bis zum vollständigen Austritt der Cataract unveränderlich hier liegen bleiben und die Klaffung in ihrer Grösse, je nach dem Querschnitt des durchtretenden Linsentheiles reguliren kann.« »Das ganze, sehr vorsichtig auszuführende Druck- und Klaffungsmanoeuvre, während dessen der Operateur selbstverständlich die Fixirpincette wieder an sich genommen, besteht in einer sanften, aber nachdrücklichen Pression gegen das Centrum des Bulbus, sowohl mittelst des Bodens der Schaufel als mittelst der breit aufliegenden Fixirpincette. Die erste Wirkung des mit der Schaufel eingeleiteten und deren Construction nach auf die ganze Länge und Breite des peripheren Wundrandes sich erstreckenden Druckes besteht in einer Klaffung der Hornhautwunde, die bei einem sanften tangentialen Zuge der Fixirpincette sich auch auf den centralen Wundrand ausdehnt und bei richtiger Anlage dieser in der senkrechten Halbirungsebene der Wunde am grössten ist. Mit dem Niederdrücken des peripheren Wundrandes in der Richtung gegen das Augencentrum wird bei einem sanften Gegendrucke der Fixirpincette in gleicher Richtung die hintere Kapselwand von der hinteren Linsenfläche losgestreift, die Linse selbst mit ihrem der Hornhautwunde zugekehrten Aequator gehoben und dadurch in weiter Ausdehnung von der Einfalzung mit der vordern

Kapsel losgelöst. Man verliere während dieser Pression den der Wunde benachbarten Linsenrand nicht aus den Augen, um sich genau von der Lage desselben zu überzeugen. Ist auf diese Weise der periphere Wundrand unter den Linsenaequator getreten, so lasse man den Druck der Fixirpincette allmälig in einen tangentialen Zug übergehen, wobei die Hornhaut der Quere nach sich verkürzt und die Cataract auch von den Seiten her in die Wunde geschoben wird. Mit dem Sichtbarwerden derselben vermehre man stetig den Druck und Zug auf beide diametrale Puncte, so dass gleichzeitig mit dem Andrängen der Cataract die Klaffung sich vergrössere. Auf diese Weise tritt dieselbe mit ihrer ganzen Breite in den Wundkanal ein und schlüpft ohne Veränderung ihrer Richtung gerade in die Höhlung der Schaufel. Aber auch jetzt lasse man noch nicht mit dem Drucke, besonders nicht mit dem durch die letztere ausgeübten nach, bis man sich genau überzeugt hat, dass alle in dem Pupillarfelde liegenden Corticalreste vollständig ausgetreten sind; denn so lange der periphere Wundrand niedergedrückt bleibt, ist dem Verbergen von Staarresten hinter diesem Acetabulum vorgebeugt.«

»Nach Vollendung dieses Aktes befreie man das Auge von Fixirpincette und Elevateur und benütze die kurze Ruhe, welche man dem Patienten gönnt, zum Untersuchen der auf der Schaufel ruhenden Cataract: ob und wo Theile des Kernes oder der Rinde allenfalls zurückgeblieben sind. Bemerkt man keinen Defect an ihr, so soll man alles Reiben und Streifen am Auge unterlassen. Dann öffne man noch einmal durch sanften Druck mit einem der Lider die Hornhautwunde, um dem bereits angesammelten und vielleicht mit Pigmenttheilen, zarten Staarflocken und einzelner Blutkörperchen verunreinigten *Humor aq.* Abfluss zu gestatten. — Zeigt sich ein Defect, so bestimme man die entsprechende Stelle im Auge und führe auch nur an ihr die gegen die Wunde gerichteten Streifungen aus, welche für die peripher zurückgebliebenen Theile am wirksamsten in mit dem Hornhautrande concentrischer Richtung geschehen, da man sie sonst nur schwer oder gar nicht aus ihrem ringförmigen Abschluss hinter der Iris über die hervorgetriebene Mitte der tellerförmigen Grube herausbringen kann.«

Rücksichtlich des **Verbandes** bemerkt Weber noch, dass man gut thue, denselben durch etwa 48 Stunden ziemlich fest zu schnüren, »da sehr häufig nach den ersten 24 Stunden noch Nachblutungen aus dem Schlemm'schen Venenplexus entstehen.« Im September 1873 theilte mir jedoch Weber in mündlichem Verkehre mit, dass er jetzt keinen Druckverband mehr verwende, sondern Charpieballen, noch lieber jedoch entsprechend geformten feinen Badeschwamm mittelst Heftpflasterstreifen vor dem Auge befestige. Der gehörig präparirte Schwamm sauge das Wundsecret besser auf, als Charpie oder Watte.

Gleichwie ich von Ostern 1866 an alle zur Extraction (nicht zur Disscission) geeigneten Cataracten ohne Unterschied nach Gräfe (periphere Linearextraction) operirt hatte, habe ich von Ostern 1872 an eine Zeit lang (bis zum August) alle zur Extraction bestimmten Fälle nach Weber operirt, mit Instrumenten, die mir derselbe auf mein Ansuchen zugesendet hatte. Ich glaube das Verfahren ziemlich getreu ausgeführt zu haben; nur zur Kapselöffnung habe ich mich wie auch bei der Gräfe'schen Methode blos des spitzen Irishäkchens bedient und den Schnitt habe ich fast nur von oben her geführt, weil ich mich nicht getraute — bis auf 7 Fälle — die Irisexcision zu unterlassen. Eine Zeit lang

erhielten wir so günstige Resultate, dass ich bedauerte, diese Methode nicht schon früher cultivirt zu haben. Dann aber kamen fünf totale Verluste, darunter zwei mit Panophthalmitis, und, was mich noch mehr zurückschreckte, eine grössere Zahl (16), welche nur mittelst Nachoperation Aussicht auf Wiederherstellung des Sehens gewährten. Nachdem ich 88 Augen so operirt hatte, kehrte ich zur peripheren Linearextraction zurück und diese hat mir, seit ich weniger auf Linearität als auf richtige Irisexcision und durchaus gutes Anliegen des Bindehautlappens sehe, bei weitem die besten Resultate gegeben. Die Resultate der Weber'schen Methode, welche DRIVER[1]) veröffentlicht hat — mit 88% Heilung, 6% Halberfolg und 6% Verlust, besonders aber die leichtere Schnittführung bestimmten mich im Juni und Juli 1873 zur Wiederaufnahme derselben; doch wurden von 7 Fällen nur 6 geheilt, 1 Auge ging durch Eiterung zu Grunde.

Die Critchett'sche Methode habe ich nur einmal gemacht, die Pagenstecher'sche und Jakobson'sche niemals. Zu dem Verfahren von GIOPPI[2]), sowie zu KÜCHLER's Querextraction (Erlangen 1868) konnte ich mich aus theoretischen Gründen nicht entschliessen. GIOPPI unterlässt nach dem Gräfe'schen Linearschnitte sowohl die Irisexcision als die Kapseleröffnung und holt die Linse sammt der Kapsel mit einem löffelförmigen Instrumente (ähnlich dem Waldau'schen) hervor. KÜCHLER spaltet die Cornea in ähnlicher Weise, wie er schon früher das Hornhautstaphylom spaltete (§ 122).

LIEBREICH[3]) verlegte den Gräfe'schen Linearschnitt wieder in die Cornea und zwar in die untere Hälfte, sodass der Scheitelpunct des leicht geschweiften Schnittes circa 2 Mm. oberhalb des untersten Punctes der Hornhaut zu liegen kommt. Er operirt ohne Lidhalter und ohne Fixation des Bulbus mit einem sehr schmalen Gräfe'schen Messer. Die Ebene der Klinge soll mit dem horizontalen Meridian der Hornhaut einen Winkel von ungefähr 45° einschliessen. Ein- und Ausstichspunct fallen in den Skleralbord (etwa 1 Mm. peripher vom Hornhautrande) und 1½—2 Mm. unter dem horizontalen Meridiane. Auf den Schnitt folgt gleich die Eröffnung der Kapsel und dann die Entbindung der Linse durch leichten Druck und Gegendruck. — Dieses Verfahren wird (nach Dr. SATTLER's mündlicher Mittheilung) gegenwärtig in England mit mehr weniger Modificationen von mehreren Operateuren theils ausschliesslich, theils neben der Gräfe'schen Methode geübt. (Ein- und Ausstichspunct in der Cornea, nicht im Skleralbord, dafür näher am horizontalen Meridiane, daher etwas grössere Lappenhöhe, Schnittführung nach oben unter Fixation des Bulbus.) Der Austritt des Kernes soll ziemlich leicht erfolgen und das Aussehen des Auges soll gleich nach der Operation bei der geringen Klaffungstendenz der Wunde ein nahezu normales sein. Auch die Heilung soll verhältnissmässig rasch eintreten, doch soll selbst in Fällen, wo keine Anheilung von Iris an die Cornea erfolgt, etwas stärkerer Astigmatismus vorkommen. Statistische Angaben fehlen.

LEBRUN's Verfahren, welches WARLOMONT[4]) *extraction à petit lambeau médian* nennt, steht dem Liebreich'schen sehr nahe, nur liegen die Endpuncte des Schnittes am Rande der Cornea innerhalb des Limbus und circa 1 Mm. unterhalb des horizontalen Durchmessers, während der Scheitel des nach oben geführten Schnittes an die Grenze des obern und mittlern Drittels des verticalen Hornhautmeridians fällt; die Sehne des Bogens misst also, von vorn betrachtet, höchstens 11 Mm. und die Lappenhöhe beträgt höchstens 4 Mm. Die Messerklinge wird während des Schneidens allmälig gedreht, bildet anfangs einen Winkel von circa 30° mit der Cornealbasis, und steht zuletzt fast rechtwinkelig zu dieser. Die Cornea wird also im mittlern Theile des Bogens nahezu senkrecht durchschnitten.

1) A. f. O. XVIII. b.

2) Giorn. d'ottalm. ital. 1869 und Ann. d'Ocul. LXIV. 250, LXV. 163.

3) On a new method of extraction. Med. Times and Gazette 1871 und Eine neue Methode der Cataractextraction. Berlin 1872.

4) De la cataracte, Paris 1872 und Ann. d'Ocul. LXVIII. 2.

Gerade diese Durchschneidung möchte eher ein Nach- als ein Vortheil sein, wie ich aus Erfahrungen mit der Lappenextraction schliessen darf.

Ed. Jäger hat in jüngster Zeit ein Messer angegeben, welches vermöge seiner Form dasselbe bewirkt, was Lebrun durch die allmälige Drehung der Klinge zu erreichen sucht. Jäger's Hohlmesser sieht sich wie ein Beer'sches Staarmesser an, welches bei 33—35 Mm. Länge an der Basis nur 5,5—6,5 Mm. breit, dessen eine Fläche jedoch concav, die andere convex ist, und zwar cylindrisch mit einem Radius von 6—7 Mm. für die concave, circa 5 Mm für die convexe Fläche. Der geradlinige Rücken ist wie beim Beer'schen Messer stumpf, doch dünn. Das Messer, mit der convexen Fläche zum Bulbus gewendet, wird nach dem Einstiche horizontal gegen die Spitze vorgeschoben (wie das Beer'sche). Der Schnitt wird nach oben geführt, daher die Klinge für das rechte Auge im entgegengesetzten Sinne gekrümmt sein muss, wie für das linke Auge. Ein- und Ausstichspunct, ohngefähr 3,5 Mm. unterhalb des Scheitelpunctes der Cornealbasis gewählt, stehen vom Cornealrande circa 2,5 Mm. entfernt, demnach in der Sklera. Die äussere Oeffnung der Wunde soll 12 Mm. Länge haben.[1])

§ 52. **Vergleich der verschiedenen Staarextractionsmethoden mit einander.** Man kann die verschiedenen Methoden nach den Principien, auf denen sie beruhen, also nach theoretischen Deductionen oder nach den gelieferten Leistungen beurtheilen. Der erstere Vorgang kann uns eher bestimmen, einen Wechsel eintreten zu lassen, als der letztere; denn, wenn auch Zahlen beweisen, so lässt sich doch gegen deren Verlässlichkeit oft sehr viel einwenden. Schon der Massstab für die Anforderungen ist nicht immer der gleiche und eine Menge von Nebenumständen, worunter die Gewandtheit des Operateurs, die Nachbehandlung und die Verhältnisse, unter denen Operati n und Nachbehandlung vor sich gehen, obenanstehen, können nicht ziffermässig zum Ausdruck gebracht werden.

Ich habe mich daher bemüht, die Technik und Nachbehandlung so wie die theoretischen Erörterungen der Methoden, welche ich aus eigener Erfahrung kenne, möglichst genau und vollständig anzugeben oder zu citiren und unterlasse es, statistische Angaben anderer Operateure hier übersichtlich zusammenzustellen, wie dies unter Anderen Dantone in seiner vortrefflichen Arbeit[2]) gethan hat. Da ich aber für drei Hauptmethoden, die Lappenbildung, den peripheren Linearschnitt und den Hohllanzenstich Zahlen aufweisen kann, wie sie bisher noch nicht geliefert worden sind, so möge dieses Capitel mit einer tabellarischen Uebersicht der von mir seit October 1856 bis Ende Juli 1873 im hiesigen allgemeinen Krankenhause vorgenommenen Extractionen geschlossen werden.

Die erste Rubrik enthält die Jahreszahl (Sonnenjahr) und die Gesammtzahl der Operirten. Bei der Lappenextraction sind die von October bis Ende Dezember 1856 Operirten zum Jahre 1857 zugeschlagen, und ebenso sind die 1866 von Jänner bis Ostern (März) nach Beer Operirten mit in das Jahr 1865 einbezogen worden. Von Ostern 1866 bis zum Herbste 1869 wurde fast ausschliesslich nach Gräfe operirt, dann wieder eine Zeit lang vorzugsweise nach Beer, schliesslich aber doch wieder nach Gräfe und zwar vom Jahre 1871 an mit besserer Cultivirung des Bindehautlappens und der Irisexcision. Wenn ich dann von Ostern 1872 an bis zum Herbste 88 Operationen nach Weber einschaltete, so geschah dies deshalb, weil ich es für meine Pflicht hielt (als Vorstand eines grossen klinischen Institutes) eine auf so einladenden Principien beruhende Methode aus eigener Erfahrung kennen zu lernen. Ich habe deren weitere Cultivirung vorläufig abgebrochen, weil ich sah, dass

---

1) v. Jäger, Der Hohlschnitt, eine neue Staarextractionsmethode. Wien 1873.

2) Beiträge zur Extraction des grauen Staares. Gekrönte Preisschrift. 1869.

ich mit dem Gräfe'schen Verfahren doch eine grössere Zahl von Geheilten erhielt; aber aufgegeben habe ich sie nicht. Die in den letzten 2½ Jahren (1871 bis Ende Mai 1873, vorgenommenen Lappenextractionen beziehen sich — bis auf 2, behufs der Demonstration geübte — bloss auf solche Augen, welche nach meiner Ansicht (§ 36) der Lappenextraction reservirt bleiben sollen.

Die zweite Rubrik zeigt an, wie viele Augen auf der Klinik (mit 15 Männer- 15 Weiberbetten), wie viele auf der Abtheilung (Reservezimmer) operirt wurden. Anfangs besass ich nur die 2 klinischen Säle; dann erlangte ich mit Mühe ein Reservezimmer mit 25 Betten, welches durch eine Bretterwand für die Geschlechter abgetheilt werden musste. erst im Jahre 1865 konnte ich zwei grössere Zimmer, eines mit 24, das andere mit 25 Betten erlangen, so dass ich seitdem über 79 Betten verfügen kann. Dass die mir zu Gebote stehenden Zimmer manches zu wünschen übrig lassen, namentlich in Bezug auf gehörige Lüftung, und dass ich für die Operirten keine gesonderten Zimmer erhalten konnte, ist wohl nicht meine Schuld. Man wird endlich des langen Kampfes müde.

Die dritte und vierte Rubrik machen ersichtlich, dass nahezu der dritte Theil der Extractionen (31,11%) den Assistenten (bisher in Wien 12) überlassen wurde.

Die fünfte Rubrik giebt die Zahl der durch einmalige Operation sehend gewordenen Augen; die durch eine Nachoperation Geheilten wurden in die sechste Rubrik eingereicht. Als sehend wurde keiner betrachtet, welcher zur Zeit der Entlassung nicht Finger auf mindestens 3,5 Meter zählen konnte.

Eine Rubrik zur Vergleichung der Sehschärfe habe ich nicht aufgestellt. Zunächst war das nicht möglich, sobald eine grössere Zahl von Jahren zusammen gefasst werden sollte; nicht alle Assistenten haben das Sehvermögen, resp. die Sehschärfe in einer und derselben Weise bei der Entlassung der Operirten geprüft, nicht alle haben eine bestimmte Methode consequent durchgeführt, und aus den Jahren 1859 bis Herbst 1861 sind die Aufzeichnungen in den Protocollen mitunter so mager, dass man oft nicht mehr entnehmen kann, als wer geheilt, wer mit Verlust der Sehfähigkeit entlassen wurde. — Zum zweiten kann man bei der Entlassung aus der Anstalt durchschnittlich den definitiven Grad der Sehschärfe gar nicht bestimmen; man müsste sämmtliche Operirte nach circa 8 bis 10 Wochen noch einmal prüfen können. Bei einer grossen Zahl solcher, die sich später wieder vorstellten, konnte eine sehr bedeutende Besserung constatirt werden, bei einigen aber auch eine Abnahme. Bei einigen nach Gräfe Operirten wurde eine erhebliche Abnahme (durch Kapseltrübung) nach zwei, selbst nach drei Jahren constatirt, so dass ich disscindiren musste. — Rücksichtlich der verschiedenen Methoden konnte nur so viel constatirt werden, dass jede derselben im Stande ist, in Bezug auf die Sehschärfe (soweit diese von der Reinheit der Medien und der Cornealwölbung abhängt) vollkommen befriedigende Resultate zu liefern. Blendung und Entstellung fallen bei richtiger Excision von Iris nach oben so gering aus, dass sie, sobald für die Extraction mit Irisexcision überhaupt eine grössere Zahl von Geheilten spricht, gar nicht in Betracht kommen. Wenn ich mich heute an Cataracta operiren lassen muss, so vertraue ich mich jener Methode, welche vor allem die meiste Aussicht auf Wiedererlangung des Sehvermögens überhaupt gewährt; das Mehr-Wenigergutsehen und alles andere bleibt für die Wahl der Methode Nebensache.

Angaben über die relative Dauer der Behandlung (für die sehend Entlassenen) habe ich absichtlich weggelassen. Ich kann nur anführen, dass wir genug Lappenextrahirte am 12., einige selbst am 10. Tage, nach der Gräfe'schen und nach der Weber'schen Methode jedoch eine relativ grössere Zahl am 10. Tage entlassen haben. Ich war aber grundsätzlich mit der frühen Entlassung rigorös, und schon deshalb war die durchschnittliche Behandlungsdauer nach der Lappenbildung grösser als nach den mehr linearen Wunden. Bringt man rücksichtlich der Behandlungsdauer auch die Nichtsehenden (sechste und siebente Rubrik) mit in Rechnung, so fällt der Unterschied für keine der drei Methoden vorzugsweise günstig aus. Die durchschnittlich kürzere Behandlungsdauer für die Geheilten

bei der Gräfe'schen und Weber'schen Methode wird durch die lange Dauer der Nachbehandlung bei den Nichtsehendgewordenen so ziemlich aufgewogen. Die Dauer der Behandlung kann mindestens so lange nicht für oder gegen eine Methode ins Feld geführt werden, als die Ansichten der Operateure über den Termin, wo die Entlassung ohne Gefahr geschehen kann, auseinander gehen und als selbst ein und derselbe Operateur nicht bei allen Operirten denselben Massstab anlegt, ja nicht anlegen kann. Es ist ausserordentlich schwierig, wenn nicht unmöglich, zufällige Umstände, welche auf die frühere oder spätere Entlassung Einfluss nehmen, bei statistischen Angaben auszuscheiden.

In der sechsten Rubrik sind jene aufgeführt, welche wegen Pupillensperre, wegen Verziehung der Pupille, wegen *Catar. secundaria* (mit oder ohne die eben genannten Zustände) bei der Entlassung als gar nicht oder doch nicht als hinreichend (in obigem Sinne) sehend befunden wurden, z. B. Finger nur in 2 Meter Distanz zählen konnten, und bei welchen nicht schon zur Zeit der Entlassung angenommen werden musste, dass sie sich zu einer spätern Wiederherstellung eines befriedigenden Sehens nicht mehr eignen werden. Da mehrere derselben lange genug in der Anstalt bleiben konnten, um eine Nachoperation vornehmen zu können, so habe ich die durch eine solche Geheilten vorangesetzt und die Nichtoperirten oder trotz Nachoperation Nichtgeheilten (aber noch immer zu einer weitern Nachoperation Geeigneten) mit dem Zeichen + daneben gesetzt. Ein weiterer Schluss als der, dass eben so und so viele mit Aussicht auf Erfolg (durch eine Nachoperation) entlassen wurden, lässt sich aus dieser Rubrik nicht ziehen. Manche davon sind später in die Anstalt zurückgekommen; manche davon sind geheilt worden, andere nicht; aber von der Mehrzahl blieb das fernere Schicksal unbekannt.

Die siebente Rubrik giebt die Zahl der verlorenen Augen. Warum das Jahr 1862 so viele Verluste ausweist, konnte ich nicht eruiren.

1. Extraction mit Lappenbildung.

a) Vom October 1856 bis Ende März 1866.

Jahr.	Zahl der operirten Augen.	Klin. Abth.	Operirt vom Prof.	Operirt vom Assist.	Sehend entlassen.	Mit Aussicht auf Erfolg durch Nachoper.	Ohne Aussicht auf eine Nachoperation.	In Procenten. Erfolg.	In Procenten. Verlust.
1857	104	K. 75	59	16	62	0 + 7 } 15	6 } 7	78.85	6.73
		A. 29	29	0	20	0 + 8	1	14.42	
1858	88	K. 52	34	18	43	3 + 2 } 6	4 } 6	86.36	6.82
		A. 36	23	13	33	1	2	6.82	
1859	75	K. 44	38	6	37	4 } 10	3 } 5	80.00	6.67
		A. 31	20	11	23	6	2	13.33	
1860	71	K. 38	32	6	28	1 + 4 } 9	5 } 7	77.46	9.86
		A. 33	31	2	27	4	2	12.68	
1861	110	K. 75	51	24	60	1 + 10 } 17	4 } 7	78.18	6.36
		A. 35	29	6	26	1 + 5	3	15.46	
1862	98	K. 65	54	11	50	1 + 5 } 11	9 } 15	73.47	15.30
		A. 33	27	6	22	5	6	11.23	
1863	124	K. 83	64	19	70	2 + 9 } 14	2 } 7	83.06	5.65
		A. 41	31	10	33	3	5	11.29	
1864	103	K. 59	53	6	44	8 } 12	7 } 8	80.58	7.77
		A. 44	38	6	39	4	1	11.65	
1865	125	K. 80	58	22	65	1 + 8 } 22	6 } 11	73.60	8.80
		A. 45	33	12	27	13	5	17.60	

b) In den Jahren 1869 bis 1873.

Jahr.	Zahl der operirten Augen.	Klin. Abth.	Operirt vom Prof.	Operirt vom Assist.	Sehend entlassen.	Mit Aussicht auf Erfolg durch Nachoper.	(Summe)	Ohne Aussicht auf eine Nachoperation.	(Summe)	In Procenten. Erfolg.	In Procenten. Verlust.	(Summe)
1869	33	K. 20	15	5	13	1 + 5	8	1	2	69.70	6.06	
		A. 13	10	3	10	2		1				24.24
1870	13	K. 10	9	1	9	1	1	0	0	92.30	0.00	
		A. 3	1	2	3	0		0				7.70
1871	2	K. 1	0	1	1	0	1	0	0	50.00	0.00	
		A. 1	1	0	0	1 + 0		0				50.00
1872	4	K. 1	1	0	1	0	0	0	0	100.00	0.	
		A. 3	3	0	3	0		0				
1873 bis Ende Mai.	4	K. 2	2	0	2	0	0	0	0	100.	0.	
		A. 2	2	0	2	0		0				
Totalsumme:	954		748	206	753		126		75	78.93	7.86	13.21

Anm. Unter den Geheilten sind 6, bei denen die Extraction nicht zur Wiederherstellung des Sehvermögens vorgenommen worden war, bei denen aber die dioptrischen Bedingungen dazu erreicht wurden.

2. Extraction mit peripherem Linearschnitt nach Gräfe.

Jahr.	Zahl der operirten Augen.	Klin. Abth.	Operirt vom Prof.	Operirt vom Assist.	Genügender Erfolg.	Mit Aussicht auf Erfolg durch Nachoper.	(Summe)	Ohne Aussicht auf Nachoperation.	(Summe)	In Procenten. Erfolg.	In Procenten. Verlust.	(Summe)
1866	134	K. 70	52	18	57	4 + 5	16	4	8	82.09	5.97	
		A. 64	37	27	53	1 + 6		4				11.94
1867	134	K. 71	52	19	59	1 + 6	12	5	10	83.58	7.46	
		A. 63	52	11	53	5		5				8.96
1868	126	K. 66	52	14	57	2 + 3	17	4	11	77.78	8.73	
		A. 60	45	15	41	12		7				13.49
1869	147	K. 72	56	16	58	1 + 4	17	9	13	79.59	8.85	
		A. 75	49	26	59	1 + 11		4				11.56
1870	129	K. 60	49	11	50	2 + 3	15	5	9	81.40	6.97	
		A. 69	48	21	55	4 + 6		4				11.63
1871	155	K. 55	46	9	47	2 + 3	14	3	5	87.74	3.23	
		A. 100	79	21	89	2 + 7		2				9.03
1872	140	K. 46	37	9	44	2	15	0	4	86.43	2.86	
		A. 94	55	39	77	1 + 12		4				10.71
1873	110	K. 40	29	11	37	1 + 1	8	1	1	91.82	0.91	
		A. 70	57	13	64	6		0				7.27
Totalsumme:	1075		795	280	900		114		61	83.72	5.67	10.61

3. Extraction mit dem Hohllanzenstich nach WEBER.

Jahr.	Zahl der operirten Augen.	Klin. Abth.	Operirt vom Prof.	Operirt vom Assist.	Genügender Erfolg.	Mit Aussicht auf Erfolg durch Nachoper.	Ohne Aussicht auf Nachoperation.	In Procenten. Erfolg.	In Procenten. Verlust.
1872	88	K. 42	36	6	30	4 + 5 } 16	3 } 5	76.14	5.68
		A. 46	38	8	37	3 + 4	2	18.18	
1873	7	K. 2	1		6	0	1	85.71	14.29
		A. 5	5	1				0	
Summa: 95			80	15	73	16	6	76.84	6.32
								16.84	

Die Summe der direct durch die Extraction erzielten genügenden Erfolge ist demnach unstreitig zu Gunsten der Gräfe'schen Methode ausgefallen. Da jedoch die Summe der nach der Weber'schen Methode Operirten eine relativ sehr kleine ist, und da von den 16 Augen, welche nur mit Aussicht auf Erfolg durch eine Nachoperation durchgekommen waren, 7 noch in der Anstalt sehend gemacht wurden, so halte ich mich für berechtigt, diese Methode noch weiter zu cultiviren, und dies um so mehr, als ich auch mit der Gräfe'schen Methode erst nach längerem Studium zu so günstigen Resultaten gelangt bin, während ich es mit der Beer'schen Methode hier nicht weiter bringen konnte als in Prag.[1] Damals 7,59% Verlust.

Die Fälle meiner Privatpraxis habe ich nicht so genau notirt, um die Resultate in Zahlen wiedergeben zu können.

III. Die Disscission und die Dislaceration.

§ 53. Die **Disscission** im engeren Sinne des Wortes hat die Einschneidung der vordern Kapsel in mehrfacher Richtung, nicht Zerstücklung der Linse selbst zur Aufgabe. Ihr Zweck ist, eine bleibende Lücke mitten in der vordern Kapsel zu schaffen, damit die Linse dem Kammerwasser ausgesetzt werde, bis sie aufgelöst und resorbirt ist, und damit alsdann die vordere Kapsel möglichst vollständig aus dem Pupillarbereiche beseitigt sei. In diesem Sinne wurde die Disscission von BUCHHORN[2] aufgefasst und von LANGENBECK[3] zur Geltung gebracht.

Nach ANAGNOSTAKIS — vide § 28 — hat schon GALEN angeführt, dass bei mehr wässeriger Beschaffenheit der Cataracta mehrfaches Anstechen derselben genügt, sie zum allmäligen Verschwinden zu bringen.

CONRADI in Nordheim[4] benutzte die schon von WENZEL, GLEIZE, BEER (1785) u. A. gemachte Beobachtung, dass auch grössere Linsenfragmente, nach der Extraction im Auge zurückgeblieben, allmälig resorbirt wurden, zur methodischen Beseitigung der getrübten Linse mittelst Zerschneidung der vordern Kapsel, während BEER[5] durch einige misslungene Versuche mit dieser von ihm selbständig erfundenen Methode sich davon abschrecken liess.

---

1) ARLT, Krankh. II. B. p. 349.
2) De Keratonyxide, Halae 1806 und Marburg 1810.
3) Prüfung der Keratonyxis, Göttingen 1811.
4) Arnemann's Mag. I. B. 1. St. 1797.
5) Repertor. 1799. III. 111. und Arnemann's Mag. I. B. 3. St.

Die Disscission im weiteren Sinne kommt ebenso wie die besonders von Fr. Jäger eingeführte Dislaceration nur bei rudimentären Staaren in Verwendung, namentlich bei den sogenannten Nachstaaren, und bezweckt die Bildung einer Lücke in dem die Pupille verdeckenden oder verschliessenden Diaphragma. Sie durchbricht nicht bloss die vordere, sondern auch die hintere Kapsel und setzt momentan Kammerwasser und Glaskörper in unmittelbaren Contact, welcher jedoch später durch Bildung einer durchsichtigen Membran (Glashaut?) in der Diaphragmalücke wieder aufgehoben wird.

§ 54. **Instrumente, Vorbereitung.** Man löst die Aufgabe der Kapseldisscission wohl am besten mit einer eigens construirten Nadel (Disscissionsnadel), welche man von der Cornea aus auf die Kapsel ansetzt — Keratonyxis; minder zweckmässig und nur ausnahmsweise zu wählen ist das Einführen der Nadel durch die Sklera — Scleronyxis. Die Nadel zur Keratonyxis (T. I, Fig. 7, 8), am besten zweischneidig und gerade oder sichelförmig, soll recht fein und so gebaut sein, dass das Abfliessen des Kammerwassers während der Operation verhindert, ja auch nach derselben möglichst beschränkt werden könne. Die Schneide sei höchstens 3 Mm. lang, der Hals cylindrisch, nicht konisch und relativ zur Schneide so dick, dass er die von der Schneide gesetzte Wunde stopfe, ohne sie beim Vorschieben zu dehnen, zu quetschen.

Die Pupille werde durch wiederholtes Einträufeln von Atropin erweitert; der Pupillarrand soll weder mit dem Instrumente noch mit den verwundeten Stellen der Kapsel in Berührung kommen, weil sonst leicht eine Verwachsung zwischen den beiden Membranen erfolgt. In welchen Fällen etwa Iridektomie vorauszuschicken sei (4—5 Wochen vorher), folgt in § 59.

§ 55. **Vorgang bei der Disscission der vordern Kapsel.** Am bequemsten operirt man, wenn einem der Patient gegenüber sitzt, doch etwas tiefer, damit man die Nadel von oben her beobachten könne. Säuglinge werden eingewickelt, Kinder, welche ein sehr unruhiges Benehmen besorgen lassen, werden narcotisirt. Der Assistent fixirt den Kopf und die Lider, der Operateur, falls der Patient unruhig ist, den Bulbus. Einstichspunct zwischen Centrum und Peripherie der Cornea, am besten nach unten-aussen. Einige stechen mehr peripher ein, was den Vorgang erschwert, ohne irgend Vortheil zu bieten. Richtung der Nadel gegen den hintern Pol der Linse. Sobald die Nadel bis an den Hals eingedrungen ist, wird das Heft gesenkt und dann vorgeschoben, bis die Spitze einen Punct der vordern Kapsel erreicht, welcher ohngefähr zwischen Centrum und Peripherie derselben liegt. Alsdann hebt man das Heft, und lässt die Spitze während dieses Emporhebens zugleich ein wenig zurück (gegen die Cornea) gleiten. Ist die Nadel wieder in die Stellung gelangt, welche sie beim Einstiche hatte, so zieht man sie so weit zurück, dass man sicher ist, mit der Spitze nicht mehr innerhalb des Kapselsackes zu sein, führt die Spitze in der Kammer nasen- oder schläfenwärts, bis sie wieder auf der Kapsel ohngefähr zwischen Centrum und Peripherie steht, und schneidet jetzt auf ähnliche Weise die Kapsel in horizontaler Richtung ein, wie früher in verticaler. — In dem Momente, wo man sich anschickt, die Nadel herauszuziehen, wird der Assistent angewiesen, die Fixation der Lider aufzugeben, so dass Entfernung der Nadel und Lidschluss nahezu gleichzeitig

erfolgen, demnach wenig oder kein Kammerwasser ausströmt, und die Pupille erweitert bleibt. (§ 18 und 27.)

Um Quetschung der Hornhaut zu meiden, steche man gegen den Krümmungsmittelpunct der Cornea hin und nicht zu peripher ein, und nehme sich dann vor, die Nadel nicht so zu führen, wie ein Instrument, mit dem man schneiden will, sondern wie einen Hebel mit dem Ruhepuncte in der Hornhaut. Die Spitze beschreibt einen Bogen und müsste daher auch den Kern der Linse durchlaufen, wenn man die Nadel nicht in dem Momente, wo sie die Excursion macht, etwas zurückzöge. Das Durchschneiden des Kernes ist überflüssig, mitunter auch nachtheilig; es begünstigt das rasche Aufquellen der Linse.

Die beiden Schnitte, welche sich unter einem nicht zu spitzen Winkel treffen sollen, dürfen nicht bis in die Nähe des Linsenäquators reichen, weil sonst Verklebung zwischen Kapsel und Iris, hauptsächlich aber, weil zu rasches Aufquellen der in grosser Ausdehnung dem Kammerwasser preisgegebenen Linse erfolgen könnte. Sind die Schnitte zu klein ausgefallen, so kann man leicht nachhelfen durch Wiederholung der Disscission oder durch Abzapfung von Kammerwasser in späterer Zeit, wenn man nämlich sieht, dass die Resorption nicht recht vor sich geht.

Behufs der Disscission durch die Skleronyxis wird eine gerade oder eine Rosas'sche Sichelnadel so wie zur Reclination eingeführt. Die Grösse der Kapselwunden, welche mehr durch Drücken als durch Schneiden gesetzt werden, ist schwer zu beherrschen, nachträgliches Verlöthen derselben mit der Iris kann leichter eintreten, und mehrfache Zerstückelung der Linse selbst lässt sich kaum vermeiden. Niemals soll das Heft der Nadel so weit gehoben werden, dass man Gefahr läuft, auch die tellerförmige Grube zu sprengen oder gar Linsentheile in den Glaskörper einzuzwängen. Die Skleronyxis ist eigentlich nur bei schon theilweise resorbirten Staaren, die schon tiefer hinter der Iris liegen, gut verwendbar.

§ 56. **Zufälle.** Sollte die Nadel aus dem Auge gleiten, bevor man die Kapsel in zweifacher Richtung eingeschnitten hat, so stehe man von der Fortsetzung der Operation ab. Beim Wiedereinführen der Nadel würde höchstwahrscheinlich Kammerwasser abfliessen, die Kapsel also zu nahe an die Cornea rücken und die Pupille zu eng werden, als dass man mit der Spitze die nöthigen Excursionen machen könnte. Ausserdem könnte auch eine zu schräge Richtung des Stichkanales den Operateur bestimmen, die Nadel unverrichteter Sache zurückzuziehen, um nicht die Cornea zu zerren und der Gefahr der Eiterung auszusetzen.

§ 57. **Erfolg.** Man kann durch die Disscission der Kapsel die besten und schönsten Resultate erzielen, doch nur nach vielen Wochen, und oft nur nach wiederholten operativen Eingriffen. Die Operation deshalb, weil sie die geringste Verwundung setzt, für die unschuldigste, für gefahrlos zu erklären, widerspricht der Erfahrung. Ab und zu ist Vernichtung der Sehkraft, ja der Form des Auges beobachtet worden. Die Gefahr ist hauptsächlich durch Linsenquellung gegeben.

Da die vordere Kapsel, durch die Zonula befestigt und gespannt, einen gewissen Druck auf die Linse ausübt, so wird nach zipfelförmiger Eröffnung derselben mehr weniger Rindensubstanz aus dem Kapselsacke herausgepresst. Dieselbe wird trübe, wenn sie es nicht schon war, und quillt auf. Sie ragt in Form einer Flocke in die Vorderkammer hinein und kann namentlich bei Beleuchtung von der Seite her genauer beurtheilt werden. Ist die Kapselwunde einfach linear oder, obgleich strahlig, doch relativ klein,

so kann sie in kurzer Zeit so gestopft werden, dass das Kammerwasser nicht auf die dahinter liegende Linsensubstanz einwirken, dieselbe weder zur Quellung, noch zur Auflösung und Aufsaugung bringen kann. Dann reicht, sobald das Hervorgedrängte resorbirt ist, die Wucherung der Kapselzellen (des Kapselepithels) an den Schnitträndern der Kapsel hin, die Oeffnung zu verschliessen und Vernarbung der Kapselwunde herbeizuführen. Bei Berührung der Kapselwunde und des Pupillarrandes (namentlich bei enger Pupille) werden selbst grössere Kapselöffnungen leicht zur prämaturen Vernarbung gebracht. Mit dem Abschlusse des Kapselsackes hört auch die digerirende Wirkung des Kammerwassers auf. Allenfalls wird dann die Linse nach Resorption eines Theiles gleichsam eingedickt, in eine bindegewebige, fibroide, knorpelharte, seltener in eine fettige oder kalkige und mehr bröcklige oder schmierige Masse verwandelt.

Zur Erreichung des Zweckes sind also mindestens zwei die Kapsel durchdringende Schnitte nöthig, von denen der eine nicht unter 2 Mm. aber auch nicht über 5 Mm. lang sein und der andere den ersten unter einem nicht zu spitzen Winkel treffen soll; ein förmlicher Kreuzschnitt ist schwer ausführbar und nicht nothwendig; es genügt die Bildung von ein oder zwei Zipfeln, welche durch die quellende Linse aus dem Bereiche der Pupille verdrängt werden oder sich von selbst gegen die Peripherie hin zurückziehen können. In ideal geheilten Fällen ist das Spiel der Iris frei und das Kammerwasser vom Glaskörper durch ein Diaphragma getrennt, welches im Bereiche der Pupille nur aus der hintern Kapsel und Hyaloidea, peripher aber nebstdem noch aus Fragmenten der vordern Kapsel besteht, welche sich an die hintere Kapsel angelegt haben und allenfalls noch Reste von metamorphosirter Linsensubstanz umschliessen. Dieses Diaphragma, scheibenförmig zwischen den Firsten der Ciliarfortsätze ausgespannt, bildet keine Convexität nach vorn, aber auch keine nach hinten.

Zur Resorption der Linse sind durchschnittlich zehn Wochen erforderlich. Ich sah sie ein einziges Mal in sechs Wochen beendet. Während dieselbe im Gange ist, bleibt das Auge in einem mehr weniger gereizten Zustande. Dieser äussert sich durch gesteigerte Empfindlichkeit gegen das Licht, durch vermehrte Thränen- selbst etwas Schleim-Absonderung, durch abnorme oder leicht (auf geringe Reize) hervortretende Ciliarinjection. Wenn Stücke von der geblähten, zerklüfteten Linse sich abgelöst haben und in der vordern Kammer liegen, so sieht man nächst der Stelle, wo sie liegen, anhaltende partielle Episkleralröthe. Je stärker die Reizerscheinungen ausgesprochen sind, desto mehr steht das Hinzutreten von Iritis (Iridochoroiditis) oder von Drucksteigerung zu befürchten. Vgl. § 59.

§ 58. **Nachbehandlung.** Im Allgemeinen wird es gut sein, beide Augen oder doch das operirte mit Charpie oder mit leichten Leinwandflecken zu bedecken. Bei Säuglingen und auch mitunter bei älteren Kindern lässt sich das Weinen und Kneipen eher verhüten, wenn die Augen ganz unbedeckt bleiben. Streng nöthig ist nur gleichmässige Temperirung des Lichtes und stete Erweiterung der Pupille durch Atropin. So lange nicht die Resorption bis auf kleine Reste beendet oder durch Kapselverschluss bleibend aufgehalten erscheint, soll das Auge unter ärztlicher Aufsicht bleiben, denn so lange besteht die Gefahr des Hinzutretens von Iritis oder von Drucksteigerung. Hat sich die Kapselöffnung geschlossen, was bei seitlicher Beleuchtung erkannt werden kann, namentlich aus dem Mangel von Flocken, die in die Kammer hervorragen, so wiederhole man die Operation. Manchmal genügt die Punction nach Werneck.

Treten die Reizerscheinungen stärker hervor, so sind kalte Umschläge und, womöglich, ruhige Lage angezeigt, unter Umständen auch eine örtliche Blutentziehung und ein Abführmittel. So wie aber deutlich ausgesprochene Schmerzen, vermehrte Spannung des Bulbus oder gar Schwellung der *Conjunctiva bulbi* hin-

., kann nur noch von Eröffnung der Kammer ausgiebige Abhülfe erwartet
. Man kann hierbei blos Kammerwasser oder auch Theile der Linse
n; man kann aber auch die förmliche Linearextraction ohne oder mit
ion vorzunehmen gezwungen sein, wenn die blosse Punction nicht aus-
venn starke Quellung der noch hinter der Iris liegenden Linse vorhanden
nn die Iridokyklitis auf Anwendung von Blutentziehung, einige Dosen
, Eiskälte, Atropin und Morphin (endermatisch) nicht bald weicht. —
lie Reizerscheinungen auf die Application von Atropin und kalten Um-
ı nicht bald entschieden abnehmen, namentlich wenn Schmerzen im
ruck, Vollsein) oder in der Umgebung (Stirn, Wange, Zähne, Nasen-
auftreten und anhalten oder häufig wiederkehren, so zögere man nicht
Kammerwasser langsam abzuzapfen, oder die Linse theilweise, selbst
d zwar ohne oder mit Iridektomie zu entleeren. Es ist vorgekommen,
gen, durch Disscission operirt, nach beendeter Resorption selbst bei ganz
ebenem Pupillarrande, amaurotisch waren, durch Excavation der Papille
rch Schwartenbildung an der Innenfläche des *Corpus ciliare,* der ganzen
ea.
den letzten Jahren habe ich, wenn die Resorption zu langsam ging, ob-
ch Flocken aus der Kapselöffnung vorragten, mit grossem Vortheile die
RNECK[1]) zu diesem Zwecke empfohlene Punction der Hornhaut vorgenom-
urch eine höchstens 3 Mm. lange Wunde (2 Mm. innerhalb des Limbus)
ıs Kammerwasser successive unter Beihülfe des Daviel'schen Löffels ent-
ch nichts von der Linse. Das Vorwärtsrücken der Linse erweitert oder
die früher gesetzte Kapselöffnung, bewirkt bisweilen selbst eine Lücke in
its zerklüfteten Linse. Die Resorption erfolgt dann rascher, wahrschein-
ıalb, weil das mit Linsenelementen gesättigte Kammerwasser entleert und
isches ersetzt wird. Diese Procedur ist gefährlos und kann eher wieder-
rden, als eine förmliche Disscission.

9. **Verwendbarkeit** (Anzeigen, Gegenanzeigen). a) Kapseldisscission.
Kapsel in der geforderten Weise eingeschnitten werden, so darf sie der
einen solchen Widerstand entgegensetzen, dass eher die Verbindung
n Kapsel und Ciliarkörper als die Kapsel selbst nachgeben würde. Daher
)isscission (im engern Sinne) bei Kapselstaar eben so wenig ausführbar,
Luxation der Linse oder bei Synchysis.
bei Trübung und Verdickung der mittleren Partie der Kapsel die Linse
ohne härteren Kern) oder flüssig, so empfiehlt sich am meisten die ein-
inearextraction § 16 und 18. Dasselbe gilt von durchaus weichen oder
n Cataracten ohne Kapselstaar, es müssten denn vermöge der Individualität
ınken schon gegen eine 4—5 Mm. lange Cornealwunde Bedenken ob-

flüssigen Staaren die Disscission vorzunehmen, und zwar, wie GRÄFE[2]) gerathen,
r breiteren Nadel, um den Inhalt der Kapsel sogleich durch die Stichwunde aus-
zu machen, halte ich nicht für rationel, weil die Kapselöffnung dabei leicht un-

ialzburger med. Zeitschr. 1823. I. 124.
\. f. O. IX. b. 13.

zureichend erfolgen, somit die Kapsel nachher ganz oder grösstentheils im Pupillarbereiche verbleiben kann, und weil nebstdem leicht Klumpen verfetteter Linsensubstanz im Auge zurückbleiben. Ein 4—5 Mm. langer Schnitt mit dem Lanzenmesser und Eröffnung der Kapsel mit einem spitzen Häkchen (Zipfelwunde der Kapsel), also einfache Linearextraction mit einer so kleinen Hornhautwunde, dass die Heilung *per primam* kaum minder sicher ist, als bei einem breiten Nadelstiche, führt entschieden sicherer zur Erreichung des Zweckes, Linse und Kapsel möglichst vollständig aus dem Bereiche der Pupille zu beseitigen.

Lässt sich die Pupille nicht auf wenigstens 6 Mm. erweitern, wie dies mitunter auch ohne Anwesenheit hinterer Synechien vorkommt, so ist die Aussicht auf Erlangung einer hinreichend grossen und persistirenden Kapselöffnung gering und überdies Druck der quellenden Linse auf die Iris von hinten, demnach Iritis zu befürchten. Man muss dann entweder die Iridektomie nach oben einige Wochen vorausschicken[1]) oder die Iridektomie mit der einfachen oder peripheren Linearextraction vornehmen. Ob man das eine oder das andere Verfahren zu wählen habe, darüber entscheiden theils die Beschaffenheit des Staares, theils die individuellen Verhältnisse des Kranken.

Die Disscission eignet sich im Allgemeinen nur für weiche Staare, demnach zumeist für jugendliche Individuen bis ohngefähr zum 30. Jahre. Je jünger das Individuum, desto leichter wird die Blähung der Linse vertragen, ohne dass es zu Iritis oder Iridokyklitis kommt. Auch nach den Pubertätsjahren bis etwa zum 25. Jahre wird mässige Blähung selten gefährlich. Aber schon im Mannesalter haben wir selbst bei vorsichtiger Eröffnung der Kapsel und langsam erfolgender Blähung Iridokyklitis (mit Synechien, mit Präcipitaten an der Hornhaut, mit Drucksteigerung etc.) sehr zu fürchten.

Der Vorschlag Gräfe's[2]), eigentlich Muter's[3]), die Kapseldisscission als Voract der Extraction (mit dem Lappenschnitte) einige Wochen vorauszuschicken, um unreife Cataracten zu maturiren, konnte weder zu ausgebreiteter noch zu bleibender Geltung gelangen, weil dieser Eingriff bei senilen Cataracten nur zu leicht Iritis oder Iridokyklitis, wohl auch starke Blähung zur Folge hat und dann die Extraction mit Iridektomie unter sehr ungünstigen Verhältnissen vorgenommen werden muss.

Im Allgemeinen quellen ungetrübte Linsentheile stärker und rascher, als getrübte oder gar schon in rückgängiger Metamorphose begriffene; doch kann man auch bei geschrumpften Staaren *(Cat. aridosiliquata)* mitunter nach ausgiebiger Disscission beträchtliche Quellung beobachten. Ist die Rindensubstanz durchsichtig, wie namentlich bei partiellen stationären Staaren, oder lässt sich bei Totalstaaren jugendlicher Individuen das Vorhandensein eines härteren oder doch eines für die einfache Linearextraction vermöge seiner Grösse und Consistenz bedenklichen Kernes nachweisen, so ist eine vorsichtige Kapseldisscission noch immer der einfachen Linearextraction vorzuziehen. Nach vorausgeschickter Iridektomie (nach oben) ist die Disscission viel weniger gefährlich (Gräfe).

Da bei verschiedenen Individuen mit scheinbar gleich beschaffener Cataracta die unmittelbaren Folgen der Kapseleröffnung sich oft sehr verschieden verhalten,

---

1) Gräfe, A. f. O. V. a. 178.
2) A. f. O. X. b. 209.
3) Pract. observ. on various novel meth. of operating on Cataract. London 1813.

ıan die Disscission immer nur an Einem Auge und zwar mit sehr kleinen
n vornehmen, besonders wenn noch viel Substanz durchsichtig ist oder
an Grund hat, einen härteren Kern anzunehmen. GRÄFE [1]) hat insbesondere
Verhalten der Iris gegen Atropin aufmerksam gemacht. Je prompter und
der auf die gewöhnliche Dosis von Atropin starke *Mydriasis* eintritt,
eister darf man disscindiren. Wo starke Pupillenerweiterung schwer zu
n ist, lässt sich dieselbe um so weniger nach der Operation erzwingen
überhaupt grössere Reizbarkeit und Neigung zu Iritis vorauszusetzen.
n dennoch Gründe für die Disscission, so schicke man derselben einige
früher die Iridektomie nach oben voraus.

0. b) Die Disscission im weitern Sinne des Wortes, d. h. die Durch-
dung häutiger Staare ist so zu sagen von unersetzlichem Werthe,
s sich darum handelt, in dünnen Membranen zwischen dem Kammer-
und dem Glaskörper eine bleibende Lücke zum Durchgange des Lichtes
fen. Die sogenannten Nachstaare, sofern sie ein mehr weniger durch-
ıdes Diaphragma zwischen Kammerwasser und Glaskörper bilden, und
weise von der vordern Kapsel, von mehr weniger mächtigen Linsenresten,
ıch von entzündlichen Producten (nach Iritis) gebildet werden, kommen
ır nach Staaroperationen, sondern auch nach zufälligen Verletzungen, im
lter selbst nach spontaner Resorption cataractöser Linsen vor, und lassen
einer grossen Zahl von Fällen auf keine andere Weise so leicht und so
ınschädlich machen als durch die Disscission. Auch hier verdient die
yxis durchschnittlich den Vorzug; doch giebt es auch Fälle, wo man mit
ɜronyxis besser zum Ziele gelangt.

nne, oft nur bei seitlicher Beleuchtung als Ursache verminderter Sehschärfe
isbare, mitunter mehr durch Faltung als durch eigentliche Trübung der
apsel störende Nachstaare, halb durchsichtige, ja selbst stellenweise
rchaus undurchsichtige, aus Linsenresten (zwischen den beiden Kapseln
ılossen) gebildete Membranen, sofern sie nicht schon viele Monate lang
n und nicht etwa ein knorpelähnliches Aussehen darbieten, greift man
am besten mit einer Disscissionsnadel von der Cornea aus an. Sobald
m trüben Diaphragma eine Zipfelwunde beigebracht hat, oft schon nach
einzigen ausgiebigen Schnitte, wird beim Entfernen der Nadel etwas
per in die gebildete Lücke vorgedrängt, und diese bleibt in der Regel
nd wird in einigen Tagen durch eine durchsichtige Membran ausgefüllt.
ichen, dass *Humor vitreus* durch die Lücke vorgedrungen, erscheint die
Kammer sogleich hergestellt, und man hat in Fällen, wo der Glaskörper
ıigt ist, nur dafür zu sorgen, dass möglichst wenig davon durch die
lwunde entleert werde. Man wähle zum Einschneiden womöglich die
e Stelle.

ne oder die andere Synechie verbietet diesen Vorgang nicht, nur soll man
einen der Schnitte bis nahe an die Verwachsungsstelle führen, am wenig-
er die Iris beim Schneiden merklich zerren.

---

[1]) A. f. O. V. a. 176.

Nach Staaroperationen sowohl als nach Verletzungen soll man jederzeit mindestens 4 Wochen verstreichen lassen und in Fällen, wo Iritis vorhanden war, noch länger, bis die Reizerscheinungen (Rothwerden bei Berührung, Empfindlichkeit gegen Licht, Thränen und dgl.) vorüber oder doch gering sind, weil sonst der Zellenwucherungsprocess leicht wieder angefacht und die erhaltene Lücke abermals durch eine trübe Masse, nicht durch eine pellucide Haut, verschlossen wird. Nur die Zeichen von Drucksteigerung fordern zu früherem Eingreifen (mit Iridektomie?) auf.

Bei Kindern (oder aus den ersten Lebensjahren datirend) kommen geschrumpfte Staare vor, welche mitunter zwar nicht durchscheinend, aber doch so wenig resistent sind, dass sie sich noch disscindiren lassen. In solchen Fällen hat die Skleronyxis besonders dann, wenn sich die Pupille nicht stark erweitern lässt, ohne dass jedoch Synechien da sind, einen Vorzug: man kann die Masse, falls sie wider Vermuthen hart wäre, sofort deprimiren. Vergl. § 14.

Wo sich die Pupille nicht bis zu dem Grade erweitern lässt, dass man über die Verbindung der Staarmasse mit den Ciliarfortsätzen und allenfalls auch mit der Rückseite der Iris im Unklaren bleibt, schicke man die Iridektomie nach oben einige Wochen voraus.

In Fällen gänzlicher oder theilweiser Pupillensperre (nach Verletzungen oder Operationen) bekommt man die Anwesenheit, die Ausbreitung und die Mächtigkeit eines solchen Diaphragma erst nach Ausschneidung eines Irisstückes zu Gesichte. In solchen Fällen nach der Iridektomie die Cornealwunde sogleich zur Einführung eines Cystitoms oder eines Irishäkchens zur Zerreissung oder gar zur Extraction des getrübten Theiles des Diaphragma zu benützen, ist dem Operateur sehr nahe gelegt (und ich habe das früher öfters gethan), aber man setzt dabei immer das Auge auf's Spiel. Man kann leicht Iridokyklitis selbst mit Eiterung bekommen. Es ist sicherer, in einem solchen Falle nach der Iridektomie mehrere Wochen zu warten und erst dann zu entscheiden, ob man die Disscission, die Dislaceration oder die einfache Linearextraction vornehmen solle.

§ 61. **Dislaceration.** Diese Operation, nur auf die häutigen und sogenannten Nachstaare anwendbar, ist meines Wissens erst von Friedrich Jäger in die Praxis eingeführt worden. Durche eine 4—7 Mm. lange, mit einem Lanzenmesser gesetzte Hornhautwunde wird ein spitzes Irishäkchen eingeführt, um die Membran einzureissen, eventuell zu extrahiren. (§ 17.) In Fällen jedoch, wo die Membran dichter ist und durch einen oder den andern peripheren Ausläufer fest mit den Ciliarfortsätzen zusammenhängt, kann das Anziehen durch Zerrung des Ciliarkörpers Anlass zu Kyklitis geben. Dieser Nachtheil wird durch die Methoden von Bowman, Wecker, Noyes und Weber vermieden und dadurch das Gebiet der Dislaceration bedeutend erweitert.

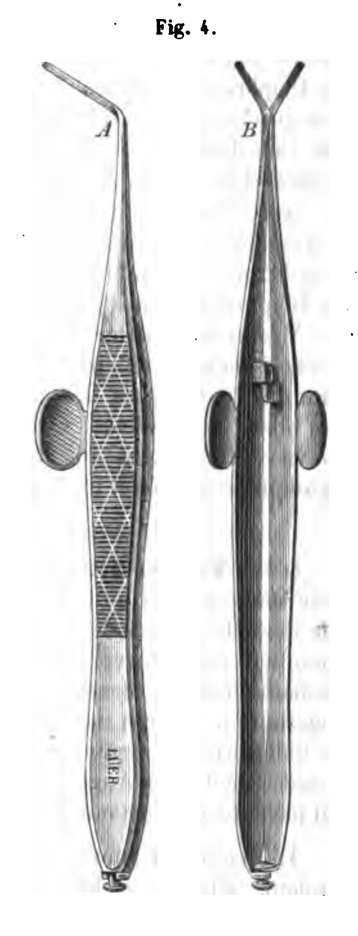
Bowman[1]) bedient sich zweier kurzer feiner Nadeln *(Stop-needles)*. Man sticht die eine auf der einen Seite der Cornea ohngefähr zwischen Centrum und Peripherie senkrecht ein und dringt mit ihrer Spitze in die verdickte Kapsel ein; dann wird die zweite Nadel von der andern Seite her eingestochen und knapp

1) Medic. Chir. Transactions. 1853. p. 315 und Ann. d'ocul. 1853. T. XXIX. 293 und T. LV. 1866. p. 72.

an der ersten in die Kapsel vorgeschoben. Durch hebelartige Bewegungen der einen oder beider Nadeln nach verschiedenen Richtungen wird die Stichwunde in ein mehr weniger grosses Loch verwandelt und zwar ohne Zerrung an der Iris oder am Ciliarkörper. Diese centrale Lücke bleibt entweder von selbst offen, oder sie wird durch vorgedrängten Glaskörper offen erhalten und schliesslich durch eine ganz durchsichtige Membran ausgefüllt.

Wecker[1]) hat für solche Fälle die »doppelte Iridotomie« empfohlen. Er wählt zur Eröffnung der Kammer, die er mit einem Lanzenmesser verrichtet, das nur bis zur Setzung einer 4 Mm. langen Wunde eindringen kann (*couteau à arrêt*), jenen Punct der Hornhautperipherie, gegen welchen die Radiärfasern der Iris convergiren, also bei Pupillarverschluss nach der Gräfe'schen Extraction im verticalen Meridian oben. Das Messer durchdringt die Cornea und Iris und wird langsam zurückgezogen. Nun wird die Scheerenpincette (Fig. 4) so eingeführt, dass die untere Branche hinter die Iris und Schwarte, die obere vor dieselben zu liegen kommt, dann 5—6 Mm. schräg abwärts vorgeschoben und rasch geschlossen; dieser Schnitt kann eine hinreichend klaffende Lücke erzeugen, wo nicht, so wird ein zweiter Schnitt so geführt, dass er mit dem ersten einen Winkel bildet, also einen Lappen bildet, welcher sich durch Einschrumpfen zurückziehen kann. Der Vorschlag, in solchen Fällen das Diaphragma zwischen Kammerwasser und Glaskörper in der Richtung zu durchschneiden, dass nicht die radiären, sondern die circulären Fasern der Iris quer getroffen werden, wurde zuerst von Gräfe gemacht (Heidelberger Versammlung 1869).

Fig. 4.



Noyes in New-York[2]) hat bei Kapselnachstaaren nach Verletzungen oder Operationen, welche theils wegen Verbindung mit der Iris oder mit den Ciliarfortsätzen, theils wegen zu derber Beschaffenheit für andere Methoden nicht zugänglich sind, ein ganz originelles Verfahren empfohlen. Nach gehöriger Fixirung der Lider und des Bulbus (unter Narkosis) führt der Operateur ein Gräfe'sches Staarmesser im horizontalen Durchmesser durch die Hornhaut, ohngefähr so wie man das Beer'sche Staarmesser behufs der Extraction ein- und aussticht. Der Zweck ist die

1) Clinique ophth. du Dr. Wecker, relevé statist. par Dr. Martin. Paris 1873.
2) Ophth. Hosp. Rep. 1869. V. VI. p. 209.

Nach Staaroperationen sowohl als nach Verletzungen soll man jederzeit mindestens 4 Wochen verstreichen lassen und in Fällen, wo Iritis vorhanden war, noch länger, bis die Reizerscheinungen (Rothwerden bei Berührung, Empfindlichkeit gegen Licht, Thränen und dgl.) vorüber oder doch gering sind, weil sonst der Zellenwucherungsprocess leicht wieder angefacht und die erhaltene Lücke abermals durch eine trübe Masse, nicht durch eine pellucide Haut, verschlossen wird. Nur die Zeichen von Drucksteigerung fordern zu früherem Eingreifen (mit Iridektomie?) auf.

Bei Kindern (oder aus den ersten Lebensjahren datirend) kommen geschrumpfte Staare vor, welche mitunter zwar nicht durchscheinend, aber doch so wenig resistent sind, dass sie sich noch disscindiren lassen. In solchen Fällen hat die Skleronyxis besonders dann, wenn sich die Pupille nicht stark erweitern lässt, ohne dass jedoch Synechien da sind, einen Vorzug: man kann die Masse, falls sie wider Vermuthen hart wäre, sofort deprimiren. Vergl. § 14.

Wo sich die Pupille nicht bis zu dem Grade erweitern lässt, dass man über die Verbindung der Staarmasse mit den Ciliarfortsätzen und allenfalls auch mit der Rückseite der Iris im Unklaren bleibt, schicke man die Iridektomie nach oben einige Wochen voraus.

In Fällen gänzlicher oder theilweiser Pupillensperre (nach Verletzungen oder Operationen) bekommt man die Anwesenheit, die Ausbreitung und die Mächtigkeit eines solchen Diaphragma erst nach Ausschneidung eines Irisstückes zu Gesichte. In solchen Fällen nach der Iridektomie die Cornealwunde sogleich zur Einführung eines Cystitoms oder eines Irishäkchens zur Zerreissung oder gar zur Extraction des getrübten Theiles des Diaphragma zu benützen, ist dem Operateur sehr nahe gelegt (und ich habe das früher öfters gethan), aber man setzt dabei immer das Auge auf's Spiel. Man kann leicht Iridokyklitis selbst mit Eiterung bekommen. Es ist sicherer, in einem solchen Falle nach der Iridektomie mehrere Wochen zu warten und erst dann zu entscheiden, ob man die Disscission, die Dislaceration oder die einfache Linearextraction vornehmen solle.

§ 61. **Dislaceration.** Diese Operation, nur auf die häutigen und sogenannten Nachstaare anwendbar, ist meines Wissens erst von Friedrich Jäger in die Praxis eingeführt worden. Durch eine 4—7 Mm. lange, mit einem Lanzenmesser gesetzte Hornhautwunde wird ein spitzes Irishäkchen eingeführt, um die Membran einzureissen, eventuell zu extrahiren. (§ 17.) In Fällen jedoch, wo die Membran dichter ist und durch einen oder den andern peripheren Ausläufer fest mit den Ciliarfortsätzen zusammenhängt, kann das Anziehen durch Zerrung des Ciliarkörpers Anlass zu Kyklitis geben. Dieser Nachtheil wird durch die Methoden von Bowman, Wecker, Noyes und Weber vermieden und dadurch das Gebiet der Dislaceration bedeutend erweitert.

Bowman[1]) bedient sich zweier kurzer feiner Nadeln *(Stop-needles)*. Man sticht die eine auf der einen Seite der Cornea ohngefähr zwischen Centrum und Peripherie senkrecht ein und dringt mit ihrer Spitze in die verdickte Kapsel ein: dann wird die zweite Nadel von der andern Seite her eingestochen und knapp

1) Medic. Chir. Transactions. 1853. p. 315 und Ann. d'ocul. 1853. T. XXIX. 293 und T. LV. 1866. p. 72.

ersten in die Kapsel vorgeschoben. Durch hebelartige Bewegungen der
›der beider Nadeln nach verschiedenen Richtungen wird die Stichwunde
nehr weniger grosses Loch verwandelt und zwar ohne Zerrung an der
›r am Ciliarkörper. Diese centrale Lücke bleibt entweder von selbst offen,
e wird durch vorgedrängten Glaskörper offen erhalten und schliesslich
›ine ganz durchsichtige Membran ausgefüllt.

ECKER[1]) hat für solche Fälle die »dopridotomie« empfohlen. Er wählt zur
.ng der Kammer, die er mit einem Lanser verrichtet, das nur bis zur Setzung
· Mm. langen Wunde eindringen kann
u à arrêt), jenen Punct der Hornhaut-
›rie, gegen welchen die Radiärfasern
s convergiren, also bei Pupillarver-
nach der Gräfe'schen Extraction im
.en Meridian oben. Das Messer durch-
lie Cornea und Iris und wird langsam
;ezogen. Nun wird die Scheerenpin-
'ig. 1) so eingeführt, dass die untere
e hinter die Iris und Schwarte, die
vor dieselben zu liegen kommt, dann
Im. schräg abwärts vorgeschoben und
geschlossen; dieser Schnitt kann eine
hend klaffende Lücke erzeugen, wo
so wird ein zweiter Schnitt so ge-
dass er mit dem ersten einen Winkel
also einen Lappen bildet, welcher sich
Einschrumpfen zurückziehen kann. Der
ag, in solchen Fällen das Diaphragma
en Kammerwasser und Glaskörper in
chtung zu durchschneiden, dass nicht
iären, sondern die circulären Fasern der
er getroffen werden, wurde zuerst von
gemacht (Heidelberger Versammlung

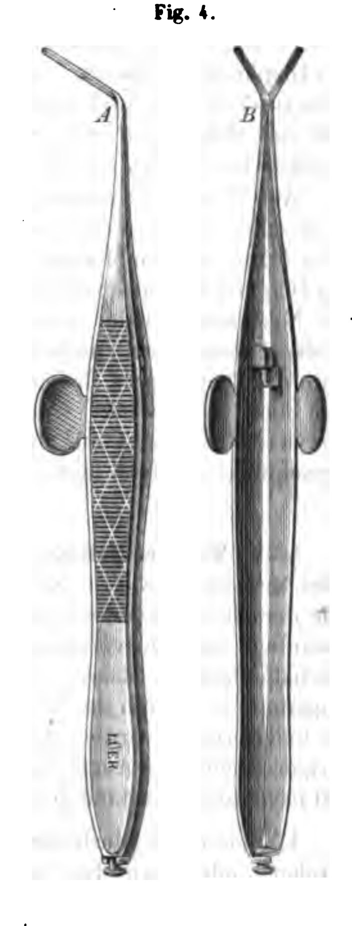


Fig. 1.

›YES in New-York[2]) hat bei Kapsel-
taren nach Verletzungen oder Opera-
, welche theils wegen Verbindung mit
s oder mit den Ciliarfortsätzen, theils wegen zu derber Beschaffenheit für
Methoden nicht zugänglich sind, ein ganz originelles Verfahren
ılen. Nach gehöriger Fixirung der Lider und des Bulbus (unter
is) führt der Operateur ein Gräfe'sches Staarmesser im horizontalen
nesser durch die Hornhaut, ohngefähr so wie man das Beer'sche
ıesser behufs der Extraction ein- und aussticht. Der Zweck ist die

---

[1] Clinique ophth. du Dr. WECKER, relevé statist. par Dr. MARTIN. Paris 1873.
[2] Ophth. Hosp. Rep. 1869. V. VI. p. 209.

Setzung einer circa 2 Mm. langen Wunde sowohl an der Nasen- als an der Schläfenseite der Cornea. Wenn die Spitze des Messers beim Zurückziehen ohngefähr in der Mitte vor dem starren Diaphragma steht, stösst man sie nach entsprechender Wendung des Heftes (nach vorn) durch dasselbe und bringt ihm somit eine verticale Wunde bei, welche durch Hebung oder Senkung des Heftes möglichst gross gemacht werden soll, bevor man das Messer herauszieht. Alsdann werden zwei stumpfspitze Häkchen in Verwendung gebracht, deren Stiel nach Bedarf gebogen werden kann. Das eine wird von der Nasen-, das andere von der Schläfenseite her in die Kammer und weiter in den Schlitz des Diaphragma gebracht, um diesen durch gleichzeitiges Anziehen beider Häkchen zu erweitern, und somit jede Zerrung am Ciliarkörper zu vermeiden. Sollte sich mit dem einen oder mit dem andern Häkchen etwas von der Membran herausziehen lassen, so schneide man es ab. [1])

Ad. Weber (mündliche Mittheilung) bedient sich nicht wie Noyes eines Gräfe'schen, sondern eines zweischneidigen, vorn lanzettförmigen, dann durchaus circa 4 Mm. breiten Messers, das er an der Schläfenseite durch die Cornea und das Diaphragma einstösst, hinter der Schwarte flach nasewärts fortführt und an der Nasenseite wieder vorschiebt. Mit einer Scheere, welche sich von der Wecker'schen Pincettenscheere nur wenig unterscheidet, durchschneidet er sodann das Diaphragma (Iris und Schwarte) erst nächst dem untern, dann nächst dem obern Wundwinkel von der Schläfen- bis zur Nasenseite und excidirt somit ein viereckiges Stück aus dem Diaphragma, worauf dasselbe leicht mit seiner Kapselpincette gefasst und herausgezogen werden kann.

§ 62. **Wahl der Methode.** Das Verständniss und die Beherrschung der Technik jeder Methode so wie die Kenntniss der Veränderungen, und der Folgen, welche jede derselben nach den vorliegenden Erfahrungen einleitet (nothwendig, wahrscheinlich, möglich) vorausgesetzt, wird die Wahl bestimmt: vor allem durch die Beschaffenheit des Staares selbst, seine Grösse, seine Consistenz, sein Entwicklungsstadium, durch das Verhalten der Linsenkapsel, durch die Verbindung mit der tellerförmigen Grube, den Ciliarfortsätzen, der Iris, durch das Verhalten der übrigen Theile des Auges und seiner Adnexa, endlich durch den körperlichen und psychischen Zustand des Kranken, sein Alter, und durch äussere Verhältnisse.

1. Staare mit gänzlicher oder theilweiser Verflüssigung. Ist die Linse durchaus oder, wie bei jugendlichen Individuen theilweise verflüssigt und ohne harten Kern, so entspricht am meisten die einfache Linearextraction mit kleiner Hornhautwunde und Einreissung der Kapsel (bei Verdickung ihrer mittleren Partie Extraction derselben) mit dem Irishäkchen. Die Disscission, selbst mit einer breiten Nadel, ist weniger zu empfehlen. § 21 und 59. Staare mit Verflüssigung der Rinde und einem mehr weniger grossen harten (gelben) Kern, wie sie nicht selten bei Ueberreife im höhern Alter vorkommen, erfordern die periphere Linearextraction oder einen etwa $^2/_5$ der Peripherie umfassenden Bogenschnitt. § 28. (Verschiebung der Linse.)

---

1) Ann. d'ocul. T. LXVI. p. 151.

Weiche Staare. Ist die Linse durchaus weich, kleister- oder brei-
:infache Linearextraction oder, falls schon eine 7—8 Mm. lange Hornhaut-
in der Nachbehandlung bedenklich erscheinen möchte, wie bei unruhigen
ı: Disscission; würde die Pupille auf Atropin oder wegen Synechien nicht
weit, so wäre Iridektomie vorauszuschicken. — Weiche Staare mit
rterem Kerne erheischen bei jugendlichen Individuen die Disscission,
ren die periphere Linearextraction. — Weiche Staare mit durch-
ger Rinde, gar nicht oder sehr langsam progressiv, wie namentlich die
staare, welche keine günstige Prognose für blosse Iridektomie geben, ge-
nur eine vorsichtige Disscission. § 57 und 59. Staare mit durchsich-
Rinde aber wegen höheren Alters gewiss hartem Kerne,
namentlich bei hochgradig kurzsichtigen Augen oft Jahre lang beobachtet
, erheischen eine periphere grosse Wunde (linear- oder bogenförmig) § 35.

Harte Staare ohne beträchtliche Volumenabnahme, Staare mit hartem
, (selten vor dem 20. Jahre, fast ausnahmslos nach dem 30.) erheischen
ıs eine entsprechend grosse periphere Wunde nach Daviel's, Gräfe's oder
; Princip, die Rinde mag wie immer beschaffen sein; gleichzeitige Trübung
rdickung der vordern Kapsel kann nur den Vorgang im zweiten Momente
falls man sich nicht von vorn herein zu dem Vorgange nach Pagenstecher
entschliesst. Vergl. § 28 (Ausziehung des Staares sammt der Kapsel).
ife'sche und die Weber'sche Methode haben jene Fälle harter Staare,
man sonst der Reclination zuweisen zu müssen glaubte, für die Extraction
t. Nach exacter Operation mit mehr weniger linearer Wunde hängt der
bei weitem nicht in dem Maasse von dem nachträglichen Verhalten des
n ab, wie nach dem Bogenschnitte. Im Allgemeinen ist es gerathen, die
35) abzuwarten.

Geschrumpfte, rudimentäre Staare als das Ergebniss spontaner Involu-
äufig im Kindesalter — *Cat. aridosiliquata*, selten in späteren Jahren —
coidea s. *placentiformis*), häufiger jedoch traumatischen Ursprunges
traumatica, membranacea, secundaria, eignen sich manchmal zur einfachen,
r zur peripheren Extraction (mit oder ohne Bogenschnitt, mit oder ohne
sion); in andern Fällen ist die Disscission (im weitern Sinne) (§ 60), oder
laceration das bessere oder das einzig rationelle Verfahren (§ 61); in
ı Fällen bietet die Depression durch die Skleronyxis (§ 14) die günstigsten
ı. Die Umstände, welche hier bestimmend einwirken, sind *a.* zunächst
rchmesser des Staares (in der Richtung des Aequators und in der
g der Achse). Je dicker der Achsendurchmesser, desto weniger ist von
scission oder Dislaceration ein günstiger Erfolg zu erwarten. Auch ein-
Staarmassen können nach Eröffnung der Kapsel noch die Gefahr zu
und starker Blähung bringen (§ 59); übrigens ist die Disscission oft
gleichzeitiger Trübung und Verdickung der Vorderkapsel gar nicht mög-
Das Verhalten der vordern Kapsel, welche beinahe bei allen rudi-
n Staaren mehr weniger durch Auflagerungen an ihrer Innenfläche ver-
weniger leicht zerschneidbar gefunden wird. *c.* Das Verhalten des
örpers. Bei den rudimentären Staaren traumatischen Ursprungs und
ei den aus spontaner Involution hervorgegangenen muss man auf Ver-

flüssigung der vordern Partie, selbst des ganzen Glaskörpers gefasst sein, wenn auch sonst nichts darauf deutet; doch ist das Vorkommen dieser Synchysis keineswegs constant. *d.* Rudimentäre Staare des einen wie des anderen Ursprunges hängen sehr oft mit einem mehr weniger grossen Theile ihrer Peripherie fest an den Ciliarfortsätzen. Geben sie dann wegen grosser Mächtigkeit oder Derbheit wenig oder gar keine Aussicht auf Erfolg durch Disscission oder Dislaceration (§ 60 und 61), so bietet die einfache Linearextraction am meisten Hoffnung, wenn man den Einstichspunct vor der Mitte jener Anheftung wählt, dann die Kapsel an der diametral entgegengesetzten, mit dem Ciliarkörper nur lose zusammenhängenden Stelle mit dem Häkchen fasst, vor die Wunde zieht und das Hervorgezogene mit der Scheere abschneidet. *e.* In analoger Weise kann man vorgehen, wenn der rudimentäre Staar an einer Stelle mit einer Hornhautnarbe verwachsen ist; der Einstich wird dann in oder knapp neben der Hornhautnarbe gemacht. *f.* Verwachsung mit der Iris. Da diese auch bei nicht geschrumpften Staaren vorkommen kann, so wird sie unter 7 zur Sprache kommen.

5. **Staare traumatischen Ursprunges**, sofern sie nicht unter 4 oder unter 6 zu subsummiren sind, erheischen zunächst nur die Bekämpfung der Zufälle, welche durch das Trauma an sich oder durch die Quellung der Linse bedingt sind. Obenan stehen hier eiskalte Umschläge, Atropin, allenfalls Blutentziehungen und Abführmittel bei gehörigem diätetischem Verhalten. Unter Umständen kann die Punction (§ 58), selbst die Iridektomie nöthig werden; zur einfachen oder zur peripheren Linearextraction schreite man nur dann, wenn man darauf rechnen kann, dass man die Linse vollständig werde beseitigen können, vorausgesetzt, dass der übrige Zustand des Auges einen so bedeutenden traumatischen Eingriff nicht offenbar contraindicirt. Sitzt ein fremder Körper in der Linse oder unweit dahinter, so dürfte die Lappenextraction der linearen vorzuziehen sein (§ 36 und 134).

6. **Luxation, Ektopie der Linse** (allein oder sammt der Kapsel). Liegt die Linse nach Ruptur der Sklera unter der Bindehaut, so incidire man diese womöglich nicht früher, als bis man auf Verharrschung der Skleralwunde rechnen kann. Liegt die Linse in der vordern Kammer, nach Eröffnung der vordern Kapsel, so entferne man sie mittelst eines etwa auf $^2/_5$ der Hornhautperipherie berechneten Bogenschnittes (nach unten), sobald die Reactionserscheinungen oder die Verhältnisse des Verletzten längeres Zuwarten nicht gestatten. Ist anzunehmen, dass auch die hintere Kapsel verletzt wurde, z. B. wenn die Linse nach einem Reclinationsversuche in die Kammer fiel oder wenn nach einem Trauma die Linse sammt der Kapsel in die vordere Kammer geschleudert wurde, so ist zu erwägen, dass hier ein Herausdrücken, wie bei den gewöhnlichen Extractionsmethoden nicht möglich ist, sondern dass die Linse mit einem Tractionsinstrumente (Löffel von Gräfe, Critchett, Pagenstecher) herausgezogen werden, demnach eine hinlänglich klaffende Wunde geschafft werden muss, welche jedoch die Gefahr von Irisvorfall nicht in sich schliesst. Dem entspricht wohl nur der Lappen- oder Bogenschnitt, dessen Ausführung selbst bei verkalkter Linse noch immer möglich ist (nach meiner Erfahrung). Die Narkosis ist hier nahezu unentbehrlich, wenn man nicht viel Glaskörper opfern will. (Ich habe in den 7 oder

en, wo ich die vorgefallene Linse durch eine Bogenwunde entfernte, nie- Vereiterung des Hornhautlappens erhalten.) Es sind übrigens Fälle be- :et worden, wo die entkapselte Linse in der vordern Kammer nicht nur gen, sondern auch gänzlich resorbirt wurde. Man sei also mit der Extraction zu rasch bei der Hand; wenn jedoch Chemosis beginnt, ist ohne weiteres zu en. — Sitzt die Linse reitend in der Pupille, so ist die Extraction eine hinlänglich klaffende Wunde ohne Verzug vorzunehmen. — Ist die bloss seitlich luxirt und ist von der Iridektomie nicht genügende tion zu erwarten, so extrahire man sie sammt der Kapsel, und zwar mittelst schnitt und mittelst Tractionsinstrument. In solchen Fällen ist schlechte heilung gewiss höchst selten, und kann die Herausnahme des Krystall- s wohl durch eine Lappenwunde mit dem relativ geringsten Glaskörper- te vorgenommen werden. Die Lappenwunde giebt am ehesten Raum für nse und den Löffel und macht, wenn sie nach unten angelegt ist, alles am Bulbus durch Fixationsinstrumente entbehrlich. — Ist die Linse mehr er in den Glaskörper gesunken und gar nirgends oder nur irgendwo am örper einigermassen festgehalten (Schwimmstaar, Zitterstaar, Wander- so versuche man sie von der Sclerotica aus mit einer Nadel anzuspiessen nn hinter der Iris halten zu lassen, während man mit der einen Hand den fixirt, mit der andern einen Bogenschnitt macht und dann durch diesen nem Löffel eingeht und den Staar in dem Momente hinten umfasst, wo der nt die Nadel zurückzuziehen begonnen hat. Die Narkosis wird auch hier i sehr ruhigen Kranken entbehrt werden können. (Vergl. § 37.) Der h, die Linse im Glaskörper zu zerschneiden, ist gewagt und unsicher.

. Einzelne, selbst mehrfache hintere Synechien können bei jeder der tionsmethoden im zweiten Momente gelöst werden. Sprächen Gründe für sscission, so würde man die Iridektomie einige Wochen vorher zu machen , womöglich nach oben. Bei ausgebreiteter bogen- besonders aber bei örmiger Synechie (§ 84) ist es gerathen, die Iridektomie einige n vorauszuschicken, selbst wenn man eine Extractionsmethode wählt, e nothwendiger Weise mit Iridektomie verbunden werden muss. Es n dann die Circulations- und Nutritionsverhältnisse im Uvealtractus ger. (§ 83 und 101.) Bei totaler hinterer Synechie (§ 85) schreite leich zur Lappenextraction nach Wenzel (§ 38), wenn bei der Iridektomie hwarte zwischen Iris und Kapsel nicht durchbrochen werden konnte oder von vornherein wenig Aussicht hierzu vorhanden ist.

. Bei Cataracta mit Netzhautabhebung (meist als Folge derselben) Disscission nöthigenfalls nach vorausgeschickter Iridektomie (nach oben) traction vorzuziehen, namentlich wenn noch ein Theil der Netzhaut func- hig ist; doch kann bei der Extraction weitere Abhebung verhütet werden, für langsamen Abfluss des Kammerwassers (unter Narkose) und leichte dung der Linse gesorgt wird.

. Bei Cataracta mit Secundärglaucom ist jede Staaroperation gegen- igt, können üble Zufälle, wo nicht durch Iridektomie, nur durch die Enu- n sicher beseitigt werden.

0. Bei sehr tiefer Lage des Bulbus kann der Bogenschnitt nach unten besser s der periphere Linearschnitt.

II. Die Iridektomie

(mit Anschluss der Iridotomie, Iridenkleisis, Korelysis).

§ 63. Die Ausschneidung eines Stückes aus der Iris, seit Wenzel (1780) und Beer (1796) nur zu dem Zwecke geübt, um dem Lichte wieder freien Zutritt zur Netzhaut zu verschaffen (als Pupillenbildung), wird seit Gräfe (1855) auch zur Abhaltung oder Behebung entzündlicher Vorgänge (an der Hornhaut, an der Iris, am Ciliarkörper), am häufigsten aber, ebenfalls nach Gräfe (seit 1857), zur Herabsetzung der Drucksteigerung im Auge verrichtet.

Beer[1]), der eigentliche Gründer der Iridektomie als Pupillenbildung, eröffnete ursprünglich die Hornhaut in der Regel mit einer schmalen Lanze, fasste die Iris mit einem spitzen Häkchen und schnitt sie vor der Cornea mit einer krummen Scheere ab. Bei Pupillensperre bildete er einen Lappenschnitt, fasste die Iris mit einem Häkchen, zog sie gelinde an und schnitt nun die »Spitze der durch dieses Anziehen gebildeten Dute« mit der Daviel'schen Scheere ausserhalb des Auges weg. Die Wenzel'sche Methode soll später besprochen werden. Vergl. § 38 und 87.

Soll die Iridektomie einerseits das leisten, was man bezweckt, andrerseits aber auch dem Auge keinen Schaden zufügen, so müssen gewisse Umstände wohl erwogen und gewisse Vorsichtsmassregeln streng beobachtet werden. Dem Ungeübten oder Unvorsichtigen kann es begegnen, dass er zu wenig oder gar keine Iris heraus bekommt, dass er die Iris vom Ciliarkörper abreisst, dass er Berstung der Netzhautgefässe oder der Hyaloidea verursacht, dass er — und das ist wohl das schlimmste — die vordere Kapsel verletzt. Es kann übrigens auch ein regelrecht operirtes Auge, wenn auch sehr selten (unter 500—600 Fällen 1) durch eitrige *Iridochoroiditis* zu Grunde gehen, und es kann durch schlechte Wundheilung (Einklemmung von Iris, cystoide Vernarbung) das Auge, wenn auch temporär geheilt, der Gefahr ausgesetzt bleiben, durch Drucksteigerung oder eitrige Iridokyklitis zu Grunde zu gehen; es kann alsdann auch das zweite Auge in sympathische Erkrankung gezogen werden. — Diese Bemerkungen vorauszuschicken, erschien angezeigt, weil es nach gewissen Aeusserungen über diese Operation den Anschein hat, als dürfe man dieselbe für ganz leicht und gefahrlos halten, und weil man die Iridektomie hier und da sogar an Ambulanten vorzunehmen gewagt hat. (Mooren[1]) rechnet auf 240 Iridektomien, 1 Hornhautvereiterung.[2]) — Gräfe[3]) erhielt 2 mal nach einfacher Iridektomie Hornhautvereiterung.

§ 64. **Vorgang bei der Operation.** Im Allgemeinen ist es gerathen, den Kranken liegen zu lassen. Müsste man auf sichere Fixation in vorhinein verzichten (bei Kindern, bei übermässig Aengstlichen oder Unverständigen) so nehme man die Operation nur in der Narkosis vor.

---

1) Ansicht über die staphyl. Metam. und Pupillenbildung. Wien 1806.
2) Ophth. Beobacht. Berlin 1867.
3) A. f. O. XII. a. 214.

ler Assistent fixirt den Kopf. Dieser sei durch eine feste Unterlage am
iichen nach hinten verhindert. Zur Fixirung der Lider ist durchschnittlich
errelevateur am besten. Das Verhalten des Kranken beim Einlegen des-
lässt auf dessen Verhalten bei der Operation schliessen. Der Bulbus wird
r Fixationspincette (ohne Sperre) fixirt. Diese wird nahe am Hornhaut-
tief in die Bindehaut eingesetzt (radiär streichende Falte), wo möglich an
m Einstichspuncte diametral entgegen gesetzten Stelle. Jedenfalls soll sie
n spätern Encheiresen nicht hindern. Die Fixation an der Sehne eines
muskels ist geboten, wenn die Bindehaut ausreisst. Sobald die Pincette
hat, darf sie nicht mehr auf den Bulbus aufgedrückt, noch von demselben
gen werden, sie hat den Bulbus entsprechend zu rollen, dann ruhig zu

der Iridektomie ist es bisweilen nöthig, dass sich der Operateur beim Einstiche
ch beim Abschneiden der Iris zu Häupten oder zur andern Seite des Kranken be-
Abgesehen davon, dass man bei allen Operationen unter den überhaupt möglichen
en immer die individuel bequemste, die zur Ausführung der Technik geeignetste
soll, kann der Patient namentlich beim Fassen und Abschneiden der Iris eine
des Bulbus annehmen, welche vielleicht gerade nur von einer Richtung her ihm
beizukommen gestattet. Nebstdem kann auch das Wechseln des Fassinstrumentes
n, gerade, krumme, kurze, lange Pincette) ein Wechseln der Position des Opera-
heischen.

65. **Die Eröffnung der Kammer** wird fast allgemein stichweise mit einem
messer bewirkt (T. I, Fig. 3 und 4). Eine knieförmige Beugung am Halse
ig, so oft der Einstich nach innen oder oben gemacht werden soll. Starke
ngen, wie man sie hier und da findet, erschweren die Führung und sind
bei tiefliegenden Augen entbehrlich. Die mässig krumme Lanze muss
e krumme Nadel gehandhabt werden.

r Einstich wird peripher gemacht, im Limbus oder im Skleralborde,
msweise näher gegen das Centrum der Cornea. Der Meridian, welcher
rnhautcentrum zum Einstichspuncte streicht, wird als Meridian des Ein-
nctes bezeichnet. Dieser ist in jedem speciellen Falle vor der Fixation
er bei gradaus gerichtetem Auge zu markiren, sonst kann es geschehen,
an ein Stück Iris nach oben ausschneidet, während doch eine Excision
nen beabsichtigt war; denn manche Kranke pflegen die Augen in dem
te, wo die Fixation eintritt, so zu verdrehen, dass das Oben, Aussen etc.
nehr nach der relativen Stellung zur Lidspalte erkannt werden kann.
cht etwa ein Hornhautfleck, eine Synechie, eine Pinguecula und dgl. einen
punct bietet, wähle man sich an einem der Ciliargefässe nächst der Horn-
e Marke für den Einstichsmeridian. Der Schnitt muss dann jedenfalls so
werden, dass die Wunde diesen Meridian rechtwinklich trifft, demnach
er Wundwinkel gleich weit vom Hornhautcentrum absteht. Ist dies nicht
l, so ist in Fällen, wo es sich um möglichst periphere Irisexcision handelt,
lche nur theilweise, also unvollständig möglich.

der Einstichspunct in der Cornea, im Limbus, im Skleralbord, oben,
etc. bestimmt, und die Lanze richtig zum entsprechenden Meridian ge-
so hat man noch die Neigung der Lanzenfläche zur tangirenden Ebene des

Einstichspunctes zu wählen. Bei senkrechtem Einstiche würden wir die schmälste Wunde (etwa 1 Mm. breit) erhalten. Da wir die Iris vor der äussern Wundlefze abschneiden, so wird ein um so breiteres Stück Iris im Wundcanale liegen, je breiter die Wunde ausgefallen war. Aus einer breiten Wunde kann sich das stehen gebliebene Irisstück nicht so leicht zurückziehen, demnach die glatte Wundheilung stören. Hat man die Aufgabe, die Iris bis zum Ciliarrande auszuschneiden, so genügt es nicht, die Descemet'sche Haut unweit vom Hornhautrande zu durchdringen, es darf auch die Wunde aussen (an der *Conjunctiva bulbi* nicht zu weit in das Bereich der Sklera verlegt werden, damit man nicht eine zu breite (über $1\frac{1}{2}$ Mm.) Wunde bekomme; es bleibt somit nichts übrig, als das Messer ziemlich steil (Winkel von 50—60°) auf die Oberfläche anzusetzen, um die Wunde (innen) möglichst peripher, zugleich aber auch möglichst schmal zu erhalten. Erst wenn die Spitze in die Kammer eingedrungen ist, was man fühlt, muss das Heft so weit gegen den Orbitalrand hin gesenkt werden, dass man die Lanze gegen den *Sphincter iridis* vorschieben kann, ohne die Iris oder Linse zu spiessen.

Diese Wendung (Senkung) des Heftes ist allerdings nicht so leicht, namentlich wenn die Hand nicht gleich beim Ansetzen der Spitze so gehalten wurde, dass man jetzt direct ohne Verrückung der Spitze in die zum Vorschieben nöthige Position übergehen kann; allein dieser Vorgang ist unbedingt besser als derjenige, wo man der Lanze gleich beim Eindringen die Richtung gibt, in welcher man sie beim Vorschieben zu führen genöthigt ist. Die Senkung des Heftes ohne Verrückung der Spitze wird durchschnittlich am leichtesten bewirkt, wenn die Hand schon beim Ansetzen der Lanze nicht mit der Volar-, sondern mit der Dorsalfläche an das Angesicht des Patienten sich anlehnte oder stützte. Fällt der Einstichspunct in die Richtungslinie der Ulna, dann beschreibt das Heft gleich dem Radius einen Bogen um denselben. Die Richtung der Lanze beim Vorschieben hängt von der Grösse der Kammer, von der mehr weniger starken Vordrängung der Iris ab. Wollte man die Lanze bereits in der Richtung einstechen, in welcher sie dann vorgeschoben werden muss, so würde man nicht nur einen sehr breiten Wundcanal erhalten, sondern auch die Descemet'sche Haut erst weit entfernt vom Schlemm'schen Canale, möglicherweise kurz vor oder gar erst jenseits des Punctes, den man nachher fassen soll, passiren. [1])

Wenn der zu fassende Punct der Iris nicht mindestens $1\frac{1}{2}$ Mm. von der Wunde (der M. Descem.) entfernt liegt, so ist es sehr schwer, wo nicht unmöglich, die Iris mit der Pincette zu fassen, und dies um so mehr, je breiter der Wundcanal ist. Und wird dann die Iris doch erfasst und hervorgezogen, so geschieht es leicht, dass Iridodialysis erfolgt, bevor man ein zum Abschneiden hinreichend grosses Stück aus der Wunde hervorgebracht hat. Bei breiter Wunde ist auch das bisweilen nöthige »steile« Ansetzen der Pincette an die Iris schwierig, unmöglich.

Bei diesem Vorgange wird allerdings nur die mittlere Partie der Wunde schmal, die Seitentheile, erst nach Senkung des Heftes gebildet, nehmen gegen die Winkel hin an Breite zu, je mehr eben das Heft wegen Vorwölbung der Iris gesenkt werden musste. Dieser Fehler lässt sich dadurch etwas vermindern, dass man die Lanze nach der Senkung während des Vorschiebens mässig stark an den Bulbus andrückt. Hohllanzen (nach Weber § 48) würden in dieser Beziehung vortheilhaft sein.

---

1) Arlt, Krankh. 1853. II. 137.

das Anspiessen der Iris zu vermeiden und doch keinen zu breiten Wundcanal zu , schiebe man nach mässiger Senkung des Heftes die Lanze erst probeweise ein or, bis man die Spitze rein (metallglänzend) sieht; erst dann wird die Lanze so ı, dass sie an der Iris (und darüber hinaus) fortgleiten kann, bis die Wunde die Länge hat.

Allgemeinen genügt eine Wundlänge von 3—4 Mm., wenn wegen eines dioptri-indernisses operirt wird, sonst aber, namentlich bei Drucksteigerung, muss sie wohl 6—7 Mm. betragen.

h dem probeweisen Vorschieben kann der Einstich durch etwas Zurückziehen hr weniger Senken der Lanze rücksichtlich der Wundbreite corrigirt werden. sich die Lanze weiterhin in der Iris, so muss dieselbe sogleich ein wenig zurück- und stärker gesenkt werden. Würde man die Lanze dennoch vorschieben, so man ein Loch in der Iris, selbst in der Kapsel, oder aber eine Loszerrung der ı Ciliarbande riskiren. Diese aber hat in der Regel heftige Blutung bis zur totalen ıg der Kammer, überdies aber, wenn sich's um Druckverminderung handelt, Er-keit der Operation zur Folge. Nur wenn es nicht gelingt, die Iris zu degagiren nn das Weiterschieben der Lanze bis zur Erlangung der nöthigen Wundlänge un- ist, mag man die Wunde im Zurückziehen der Lanze nach einer oder der andern ı erweitern, dabei aber die Bildung einer Zwickel- oder Lappenwunde vermeiden. man nachträglich, dass die Wunde zu kurz ausgefallen, so kann man sie mit heere wohl ebensogut verlängern, wie mit DESMARRE's couteau mousse.

›vor man die Lanze zurückzuziehen beginnt, senke man das Heft so, dass tze an die Descemet'sche Haut zu liegen kommt. Das Zurückziehen erfolge n, ohne Achsendrehung, unter leichtem Andrücken der Fläche an die ə Wundlefze und unter Vermeidung aller Momente, welche raschen Ab-əs Kammerwassers bewirken könnten. Dass bei rascher Entleerung leicht ʒ aus den Binnengefässen des Auges erfolgt, ist hinreichend bekannt; bei ːn Wunden kann es auch zur Sprengung der Zonula kommen. Das Hervor-gtwerden der Iris durch das hinter ihr befindliche Kammerwasser ist ortheilhaft, wie Viele meinten, vielmehr eher nachtheilig. Da man sich vorgestülpten Blase nicht leicht orientiren kann, so geschieht es wohl, an die Iris zu peripher fasst und beim Anziehen und Abschneiden vom ɪrper abreisst, oder dass man sie nur peripher ausschneidet und den ter stehen lässt. Das Fassen der Iris in der Kammer gestattet grössere gkeit, leichtere Berechnung.

neuerer Zeit haben Manche[1]) nach dem Vorschlage von FRÖBELIUS[2]) zur Eröffnung ımer ein schmales geknicktes Messerchen oder ein Gräfe'sches Staarmesser benutzt, cher Weise, wie GRÄFE den peripheren Linearschnitt zur Extraction übte, nament-ın die Kammer durch Vortreibung der Iris oder durch vordere Synechie sehr be-er wenn (bei Glaucom) die Iris sehr schmal ist. GRÄFE selbst[3]) empfahl diese Er-ɜweise der Kammer bei Iridektomie wegen sympathischer Iritis und bei allen ən, welche die Ciliartheile in rasche Mitleidenschaft ziehen, z. B. bei torpiden ltraten der Hornhaut mit inducirter oder androhender Iridokyklitis. Die wenigen e, die ich mit dieser Modification angestellt habe, sind gerade nicht zu ihren

---

WECKER, Traité des malad. Paris 1867.
A. f. O. VII. b.
A. f. O. XII. b. 162.

Gunsten· ausgefallen. Dass übrigens schon Beer (laut der oben citirten Abhandlung) in ähnlicher Weise vorgegangen, geht aus einer[1]) von ihm angeführten Krankengeschichte bestimmt hervor.

Rau[2]) hat empfohlen, bei so enger Kammer (durch Vordrängung der Iris), dass die Einführung eines Instrumentes zwischen Iris und Cornea unmöglich wird, die Iris nahe am Rande zugleich mit der Cornea zu perforiren, ein Häkchen einzuführen und damit in die hintere Kammer und bis zu der Stelle vorzudringen, wo die Pupille angelegt werden soll. Die von hinten gefasste Iris wird durch die Wunde hervorgezogen. »Einer leicht möglichen Verletzung der Linsenkapsel beugt man sicher (?) vor, wenn man das flach gehaltene Häkchen dicht an der Uvea vorschiebt.« Riskirt man nicht, schon beim Einstechen bis durch die Iris die Kapsel zu verletzen?

§ 66. **Fassen, Hervorziehen, Abschneiden der Iris.** Nach beendetem Einstiche kann man den Bulbus einige Sekunden frei lassen oder mit der Fixationspincette sofort dem Assistenten übergeben. Dann nimmt man in die eine Hand eine Irispincette, in die andere eine dünne Scheere.

Die Pincette mag gerade oder leicht gekrümmt (starke Krümmungen sind entbehrlich), gerieft oder gezähnt sein, ihre Arme dürfen auch bei einiger Gewalt nicht von einander abweichen und sie sollen auch bei festem Zusammendrücken nur vorn, auf 2—3 Mm. weit, sich fest aneinander legen, im weitern Verlaufe so weit von einander abstehen, dass, wenn sich Bindehaut dazwischen legt, was bei flacher Führung leicht geschieht, diese nicht mit eingeklemmt werde. Je länger die Pincette, d. h. je weiter hinter den freien Enden die Finger zu liegen kommen, desto minder sicher ist die richtige Führung und desto leichter weichen die freien Enden von einander ab oder drücken nicht mit der nöthigen Kraft gegen einander, sie müssten denn etwas massiver sein. Feinheit, guter Schluss und richtige Widerstandskraft sind aber unentbehrlich. In Bezug auf leichte und sichere Führung bei gehöriger Feinheit und Festigkeit sucht die von mir verbesserte Fischer'sche Pincette (T. I. Fig. 16) wohl ihres Gleichen. Sie gestattet drei Finger 2—2½ Cm. hinter den freien Enden anzulegen. In Fällen totaler hinterer Synechie erweist sich eine von Liebreich angegebene Modification der leicht gekrümmten, vorn gerieften Pincette als vortheilhaft. Die Riefen laufen an der convexen Seite der Pincette in Zacken oder Zähne aus, welche beim Andrücken der geöffneten Pincette an die Iris nicht selten auch in die dahinter liegende Exsudatschwarte eingreifen und diese mitfassen, ohne die Kapsel zu verletzen.

Die Stellung des Operateurs (zur Seite oder zu Häupten des Kranken) kann meistens dieselbe wie beim Einstechen bleiben. Man muss, bevor man mit der Pincette eindringt, sicher sein, dass die gewählte Position des Operateurs und seiner Hände sowie auch der Fixationspincette nicht nur das Hervorziehen, sondern auch das Abschneiden der Iris nicht hindern werde.

Die Pincette wird geschlossen eingeführt und an der Iris bis zum peripheren Rande des Sphinkters, nie darüber hinaus vorgeschoben, dann geöffnet, bei freiem Pupillarrande leicht, bei unfreiem stärker angedrückt und geschlossen. Ist der Pupillarrand frei, so wird die Iris schon beim Oeffnen zwischen die Arme gedrängt. Ist Iris an die Hornhaut angewachsen, so kann man sie wohl manchmal mit einer etwas stärkeren Pincette losreissen, thut aber besser, schon beim Einstechen mit der Lanze eine wenigstens theilweise Trennung vorauszuschicken.

---

1) Daselbst p. 144.
2) A. f. O. I. b. 186.

'upillarrand durch einzelne Synechien, wenn auch nahe an einander, mit
ıel oder mit einer Membran in der Pupille verbunden, so genügt meistens
en und Anziehen einer kleineren Partie, um diese Verbindung in
Ausdehnung zu trennen; es reisst, wie beim Trennen einer Nath, ein
ıch dem anderen. Wenn aber die Verwachsung eine bogen- oder ring-
st, besonders, wenn eine mehr weniger dicke Membran an der Stelle
lle die Iris so zu sagen in ein undurchbohrtes Diaphragma verwandelt
ın würde das Fassen und einfache Anziehen einer Partie vergeblich
ar verderblich werden; der Zug, durch die Membran auf die ent-
etzte Seite fortgepflanzt, könnte leicht daselbst Ablösung der Iris vom
per bewirken. (Dass mitunter Exsudatmembranen in der Pupille nach
ı Bestande nur mit der Iris, nicht aber mit der Kapsel fest zusammen-
habe ich bereits in meinem Handbuche angeführt.) In den meisten
lingt es dadurch, dass man die am Rande des Sphinkters gefasste Partie
leich anzieht, sondern wiederholt nach einander erst seitlich bewegt,
llarrand an dieser Stelle frei zu machen. Wo dies nicht geschieht, wo
Nachgeben der Iris nicht am Pupillar- sondern am Ciliarrande bemerkt,
bereits Iridodialysis beginnt, stehe man von jeder weiteren Action ab.

die Iris nicht am peripheren Rande des Sphinkters, sondern mehr gegen den
hin, also näher der Wunde gefasst, so kann es leicht geschehen, dass man den
nicht vor die Wunde bekommt oder dass man die Iris vom Ciliarkörper ab-
eiter als bis zum peripheren Rande des Sphinkters vorzudringen, setzt die
Gefahr der Verletzung aus.

assen der Iris verursacht ziemlich starken Schmerz; würde der Kranke jetzt
oder das Auge unvermuthet rasch bewegen, und der Operateur nicht schnell
Iris loslassen, so könnte leicht partielle oder totale Iridodialysis, selbst Kapsel-
mit der Pincette durch die Iris hindurch erfolgen.

ld die Iris folgt, wird sie in gleicher Flucht heraus- dann aber etwas vor-
ogen, um sie gleich zwischen die Scheerenblätter nehmen und knapp
ıs abschneiden zu können. Die Scheere wird in der Längs-
g der Wunde geführt; da dieselbe während des Schliessens immer
was verdrängt, ehe sie dieselbe durchtrennt, so würde bei Führung der
ıuer zur Wunde nur die mittlere Partie des Hervorgezogenen abge-
werden. Streicht also die Wunde horizontal, wie bei der Iridektomie
ı oder unten, so muss auch die Scheere horizontal streichen, d. h. von
fen- oder Nasenseite her an das Auge gebracht werden.

Iomente des Abschneidens ist die Iris so stark anzuziehen, als es ohne
ın Iridodialysis geschehen kann. Damit aber Scheerenschlag und
Spannung der Iris zusammenfallen, ist es besser, dass
ateur selbst Pincette und Scheere führt, als dass der Assistent ab-
, während der Operateur mit der einen Hand die Iris- mit der andern
onspincette dirigirt. Ebenso dürfte es besser sein, die Excision mit
Schlage auszuführen. (Ich bin in den letzten Jahren von dem
ıpfohlenen Vorgange, die Iris in 2 oder 3 Schlägen abzutragen, wieder
ən, weil die Excision mit Einem Schlage eine mindestens eben so grosse
ıhere Lücke setzt und kürzer ist.)

Bedient man sich einer geraden Scheere, so genügt es, sie in der Richtung der tangirenden Ebene des Einstichspunctes knapp anzulegen und zu schliessen. Muss man sich einer krummen Scheere bedienen, so setze man sie so an, dass sie den Bulbus mitten an der Wunde tangire. Auch ist darauf zu achten, dass nicht nach Schluss der Scheere noch ein Theil Iris undurchschnitten bleibe, d. h. man verwende nicht das äusserste Endstück der Blätter zum Schneiden. Je dünner die Blätter der Scheere, desto genauer schmiegen sich die Schneiden an den Bulbus an, desto genauer wird die Iris excidirt. Da die Wunde, sobald sie länger als 5 Mm., eigentlich schon eine Lappenwunde ist, demnach beim Vorziehen der Iris die vordere Wundlefze etwas emporgehoben werden kann, besonders wenn noch im Bereiche der Bindehaut eingestochen würde, so könnte man leicht ein Stück davon mit abschneiden, wenn man nicht vor dem Scheerenschlusse erst das eine (zur Cornea gewendete) Blatt etwas gegen den Bulbus andrückte, den Lappen gleichsam erst zurückdrängte.

Dass dieser Act Ambidextrität und eine ganz ruhige, sichere Haltung beider Hände erfordert, leuchtet von selbst ein. Daher soll man die Position so wählen, dass man jede Hand an einem festen Puncte stütze. In der Regel ist es am besten, den Daumen und den Ringfinger in je ein Ohr, den Zeigefinger an das Schloss der Scheere zu legen, der Mittelfinger kann dann als Stütze benutzt werden. Manchmal ist es bequemer, die Dorsalfläche der Hand gegen das Auge zu wenden und sich auf diese zu stützen. Die eben betonte Anlegung des Zeigefingers gibt der Scheere den dritten Stützpunct und nähert gewissermassen die ganze Hand den Spitzen, sichert also die ruhige Führung des schneidenden Theiles. Sehr vortheilhaft, doch nicht immer möglich ist es, die Scheere mit der concaven Fläche an den Bulbus anzulegen. Bei der Glaucomiridektomie habe ich das öfters gethan.

§ 67. **Nach der Operation.** Zunächst ist nachzusehen, ob nicht Zipfel der Iris eingeklemmt sind; man hat zu entscheiden, ob man sie mit dem Daviel'schen Löffel (oder Weber's schmalem Schildkrottspatel) zurückzuschieben versuchen soll oder, was in der Regel besser, ob es möglich ist, den Zipfel zu fassen und abzuschneiden. Wäre der Sphinkter, obwohl nicht mit der Kapsel verwachsen, stehen geblieben, so dass man eine doppelte Pupille vor sich hätte, so gehe man mit dem stumpfen Häkchen von Himly (T. I, Fig. 10) ein, führe es flach zwischen Kapsel und Iris bis in die Pupille, fasse den Sphinkter unter leichter Drehung des Heftes und ziehe ihn längs der Descemet'schen Haut heraus, falls er nicht schon beim Anziehen zerreisst. Blut in der Kammer kann durch Niederdrücken der peripheren Wundlefze mit dem Daviel'schen Löffel entfernt werden; in Augen mit freier Circulation pflegt es binnen 24 Stunden resorbirt zu sein; in Augen, wo der Rückfluss des Blutes aus der Iris behindert ist, besonders aber in solchen Fällen, wo nach Entleerung des Kammerwassers die Iris und Linse nicht vorrücken, daher wohl auch die Cornea collabirt, nützt die Entleerung gewöhnlich nichts, weil frisches Blut nachrückt. Coagula in der Wunde entferne man mit der Pincette. Vergl. § 45.

§ 68. Der **Verband** wird in derselben Weise angelegt, wie nach der Extraction und bleibt durch 2—3 Tage, selten länger liegen. Es ist zweckmässig, ihn nach 5—6 Stunden zu erneuern, und weiterhin, wenn keine Zufälle auftreten, in

Stunden wieder nachzusehen. Von der Vorsicht, dass man auch das Auge durch 1—2 Tage verbunden lässt, soll man in der Regel nicht ab- Je correcter und rascher die Wundheilung, desto sicherer der Erfolg. b ist es auch gerathen, den Operirten die ersten 5—6 Stunden ruhig zu lassen; nachher mag er sitzen, den 2. oder 3. Tag auch das Bett ver- Mässige Verdunklung des Zimmers ist wünschenswerth. In Fällen, wo oss wegen eines dioptrischen Hindernisses operirte, genügt allerdings eine r strenge Nachbehandlung. So lange die Wundgegend noch etwas auf- t, geschwellt und geröthet erscheint, ist der Operirte in sorgfältiger Pflege hut zu halten.

n peinlicher Zufall ist träger Wundschluss. Er kommt mitunter vor, vegen Drucksteigerung operirt wurde, auch trotz richtiger Ausführung der on. Doch scheint beträchtliche Breite des Wundkanales, über $1^1/_2$ Mm. ers nachtheilig zu sein. Es können 3—4 Tage, aber auch eben so viele vergehen, bevor der Wundschluss erfolgt. Wir werden bei der Iri- nie wegen Drucksteigerung darauf zurückkommen. Vergl. § 98

9. **Leistungsfähigkeit, Verwendbarkeit, Anzeigen.** Wenn das vorige Jahr- mit Recht über die Erfindung der Pupillenbildung durch Woolhouse und Cheselden (1728) und über deren stufenweise Verbesserung durch (1769), Janin (1772), Wenzel den Vater (1780), Beer (1796), Sabatier Maunoir (1812) u. A. staunte, so wurde unsere Zeit in Verwunderung durch die Verwendung der Iridektomie zur Behebung entzünd- Vorgänge im Auge und zur Herabsetzung der Drucksteige- Durch die eingehenden Studien v. Gräfe's wurde die Iridektomie so zu einer neuen Erfindung erhoben, wurde in ihr ein Mittel gefunden, ein Heer von Krankheiten, welche früher allen Heilversuchen widerstanden aus der Reihe der absolut unheilbaren zu streichen. Die Anzeige zur tomie tritt daher jetzt wohl häufiger an den Arzt, als die zu einer Staar- n.

0. I. Zunächst sind es stationäre dioptrische Hindernisse, bei die Iridektomie (sicherer als jede andere Art von Pupillenbildung) die des Auges wieder herzustellen oder doch zu verbessern vermag, voraus- dass die Netzhaut hinreichend functionsfähig sei. Daher muss n Falle vorher die quantitative Lichtperception im Centrum und an der rie der Netzhaut geprüft werden.

llen, wegen dioptrischer Hindernisse angelegt, sollen eher klein als gross ange- erden, weil die Lücken in der Iris nachher von selbst grösser werden, weil sie t dem Lichtgrade entsprechend verengern und erweitern, und weil bei weiter ffnung nicht nur die Blendung stärker ausfällt, sobald Veranlassung zur Licht- vorhanden ist, sondern auch die Zerstreuungskreise bei ungenauer Einstellung trischen Apparates grösser ausfallen. Kleine Pupillen bieten die Vortheile steno- Brillen ohne deren Nachtheile. Hier kann es nützlich sein, die Scheere quer de zu halten.

die Wahl des Ortes frei steht, werden solche Pupillen am besten nach innen- er gerade nach innen angelegt.

Wenn man in früherer Zeit Anstand nahm, auf dem einen Auge eine excentrische Pupille anzulegen, während auf dem andern eine centrale oder auch eine excentrische besteht, indem man Doppeltsehen befürchtete, so hatte man übersehen, dass die Verschiebung der Oeffnung eines Diaphragma vor einer Linse den Ort des Bildes hinter der Linse nicht verändern kann. Die Strahlen, welche eine seitliche Partie der Linse passiren, werden nach demselben Puncte der Netzhaut gebrochen, welchen die das Centrum der Linse passirenden treffen. Nur Zerstreuungskreise wegen unrichtiger Einstellung des dioptrischen Apparates können, binoculäres Sehen vorausgesetzt, Doppelbilder hervorrufen, insofern der Mittelpunct des Zerstreuungskreises eine nicht identische Netzhautstelle trifft. 1)

§ 71. *a.* **Stationäre Hornhauttrübungen, welche die Pupille mehr weniger verdecken**, geben eine häufige Anzeige zur Pupillenbildung, resp. Iridektomie. Dabei kann die Pupille ganz oder theilweise frei, und in letzterem Falle mehr weniger seitwärts gezogen, sie kann aber auch ganz geschlossen sein, durch Einheilung des Pupillarrandes in Hornhautnarben. Ist bei noch vorhandener Pupille die Hornhaut vor derselben nicht so intensiv getrübt, dass das Sehen mehr durch Diffusion als durch Abhaltung von Licht beeinträchtigt erscheint, so erwäge man, dass die Diffusion bei erweiterter Pupille viel mehr stört, als bei enger. Diese Rücksicht wird leider mitunter vernachlässigt.

Ist die Pupille theilweise offen und, wie nicht selten, stark seitwärts gezogen, so darf der Einstich nicht so peripher gemacht werden, wie in der Regel. Man hat, da mitunter der freie Theil des Pupillarrandes wohl 5—6 Mm. von dem entsprechenden Hornhautrande entfernt ist, zu erwägen, dass man den Sphinkter wegen theilweiser Verwachsung mit der Cornea vielleicht nicht bis zur Peripherie der Cornea werde an- und dann noch herausziehen können. Fehlt man in dieser Berechnung, so bleibt leicht der Sphinkter stehen, man bekommt eine zweite Pupille. Wenn aber die Excision vollständig gelingt, so hat man eine unnöthig grosse Pupille. 2)

Fehlt die Pupille, so frägt sich's, in welcher Ausdehnung die Iris mit der Cornea verwachsen sei. In Fällen totaler Anlöthung der Iris an die Cornea ist jede Pupillenbildung unmöglich. Ein sichtbarer Rest von Kammer muss vorhanden sein; man muss wenigstens die Faserung des Irisgewebes noch zu unterscheiden vermögen. Die davor befindliche Partie Cornea muss in hinreichender Grösse (mindestens 2 Mm. im Durchmesser) gehörig durchsichtig und gehörig gewölbt sein. Die Durchsichtigkeit muss bei seitlicher Beleuchtung, die Wölbung nach der Grösse des Spiegelbildes beurtheilt werden. Ist die Cornea, wenn auch ganz oder grossentheils durchsichtig, nicht normal gewölbt, sondern abgeplattet oder gar runzlich, so nützt keine Art von Pupillenbildung; es ist dann hinter der Iris ein rigides, undurchdringliches oder doch nachher sich wieder schliessendes Diaphragma vorhanden, welches, wenn die Linse fehlt (nach Operationen, nach Verletzungen), die Kapsel mit einschliesst, oder hinter der Linse die vorderste Partie des Glaskörpers durchsetzt. Der Operirte hat quantitative Lichtempfindung nach wie vor, aber keine qualitative. — Verfärbung der Iris ins Schiefer- oder

1) Gräfe, A. f. O. II. b. 177.
2) Arlt, II. 138.

ahlgraue giebt hier keine Gegenanzeige, sofern sie als von der Zerrung der Iris gen die Hornhautnarbe abhängig erkannt wird, stellt aber schwierige Aushrung des Fassens und Anziehens der Iris in Aussicht.

§ 72. **Ist die Iris**, wie bei Pupillarverschluss durch seitliche Narben sehr oft B. nach Extraction), sehr breit geworden, so ermittle man, ob die Linse ız und ungetrübt, oder gar nicht, allenfalls rudimentär vorhanden sei. In hen Fällen genügt es bisweilen, eine schmale Lanze oder ein Beer'sches Staarser am Rande der Cornea, meistens einige Millimeter einwärts vom Limbus, äg einzustossen, so dass es die straff gespannte Iris etwa 2—3 Mm. weit von Stelle trifft, wo das Instrument die Descemet'sche Haut passirt hat. Die quer offenen Radialfasern der Iris geben eine hinreichend klaffende Lücke, falls nicht durch andere Momente, als durch die blosse Dehnung in ihrem Gewebe ndert sind. — Wird dieser Einstich im Auge mit unversehrter Linse geıt, so ist dem Instrumente, nachdem es die Cornea passirt hat, eine so ige Neigung zu geben, dass man die Verletzung der Kapsel vermeiden kann, offenbar möglich ist, weil die Iris gegen die Cornealnarbe streicht, daher der Kapsel mehr weniger abgezogen ist. Weiss man, dass die Linse gar oder nur rudimentär vorhanden ist, so kann das Instrument steiler und er auf die Iris aufgesetzt, wohl auch durch den Kapselstaar dahinter vorssen werden. Man kann dadurch die reinsten centralen Pupillen erhalten, ntlich nach Staaroperationen, wenn der Pupillarrand stark gegen die periNarbe gezogen und die Pupille geschlossen ist. [1])

Klafft die so erhaltene Iriswunde genügend, so hat man eine Pupille durch tomie gebildet, wie dies bereits Beer (1805) gethan hat. Klafft sie nicht, n man den peripheren Iristheil an der Wunde fassen, anziehen und abden, vorausgesetzt, dass die Iriswunde nicht zu nahe an der Wunde der net'schen Haut angebracht wurde. Zeigt sich hinter der Irislücke *Cataracta anacea*, welche beim Einstiche gar nicht oder nicht bis zum Entstehen hinreichenden Lücke getroffen wurde, so könnte man wohl mit einem Irisn eingehen und damit die Membran einreissen (was ich in früherer Zeit gethan), allein dieser zweite Eingriff hat manchmal Glaskörperverlust, ieser ist in solchen Fällen oft verflüssigt, aber mitunter auch Iridokyklitis ge. Es ist sicherer, einige Wochen zu warten und erst dann die Disciser Dislaceration von der Hornhaut aus vorzunehmen. Vergl. § 60 und 61.

73. **Bietet eben nur noch ein schmaler Randtheil der Hornhaut die Mög-**, dahinter eine Pupille anzulegen, so ist der Einstich so weit peripher und zu führen, dass der Wundkanal durchaus nicht in das Bereich der chtigen Partie reicht, und alsdann die Lanze unter solcher Neigung vorzen, dass man die Iris knapp an der Hornhaut durchstösst, ohne die u verletzen. Durch diesen Vorgang erhält man noch immer bessere Pupil- durch die von Scarpa [2]) und Adam Schmidt (1802) [3]) angegebene, durch

---

ılt, Krankh. II. 186 und Krankengesch. Nr. 15. p. 98—100.
ggio di osservaz. ed esperienze etc. Pavie 1801.
handl. der Josephsacad. II. 209.

Langenbeck, Assalini und Fr. Jäger wesentlich verbesserte Iridodialysis, welche man bis zum Jahre 1850 als die einzig mögliche Methode für solche Fälle zu halten pflegte.

Wenn man die älteren Zeichnungen von Durchschnitten des Bulbus von S. Th. Sömmering (Frankfurt 1801), Fr. Arnold (Heidelberg 1832), Brücke (1847) u. A. mit meinem von 1851 [1]) vergleicht, so sieht man, dass bis dahin die räumlichen Verhältnisse der vordern Kammer relativ zur Iris und zum Skleralbord nicht bekannt waren, demnach auch das Eindringen in die Kammer vom Skleralborde aus gar nicht versucht wurde, mit Ausnahme von Benedict in Breslau (1810), dessen Vorgang jedoch auch kaum weiter beachtet wurde, als dass ihn Himly [2]) kurz erwähnte. Die Verlegung des Einstiches ins Bereich des Limbus oder des Skleralbordes, auf richtige anatomische Kenntnisse gestützt, war aber nöthig, um die Iridodialysis zu verdrängen [3]) und das Gebiet der Iridektomie zu erweitern.

§ 74. *b.* Bei **Pupillensperre durch eine Membran** (einen Pfropf) **in der Pupille** würde die Ausschneidung eines kleinen Stückes am Sphinkter oder auch zwischen Pupillar- und Ciliarrand den dioptrischen Anforderungen genügen. Es ist indessen, wie später dargethan werden wird, auch in solchen einfachen Fällen gerathen, Iris vom Pupillar- bis zum Ciliarrande auszuschneiden, demnach so wie bei Pupillarabschluss (wovon später) vorzugehen, denn solche Augen sind (wie v. Gräfe gezeigt) im Allgemeinen sehr zu recidivirender Iritis geneigt, so lange nicht eine Excision in der eben genannten Ausdehnung vorgenommen worden ist. Membranen, in $^1/_4$ oder $^1/_3$ ihres Umfanges durch Irisexcision frei geworden, pflegen dann nach der entgegengesetzten Seite allmählich zurückzuweichen und zu schrumpfen, so dass der centrale Theil der Kapsel mehr weniger frei wird. Daher kann man in solchen Fällen mitunter ganz gut nach oben iridektomiren.

Selten kommt der Fall vor, dass man eine mehr weniger dicke Exsudatmembran, welche nur stellenweise, durch speichenförmige Ausläufer oder Zacken mit dem Pupillarrande zusammenhängt, mit Hülfe eines biegsamen stumpfen Irishäkchens (Taf. I. Fig. 10), nachdem man es in eine Lücke zwischen zwei Zacken eingesetzt hat, fassen, ablösen und herausziehen kann. [4]) Hierzu genügt ein 4—5 Mm. langer Einstich zwischen Peripherie und Centrum der Cornea, diametral entgegengesetzt der grössten Lücke, daher meistens unterhalb des Centrums. *Restitutio pupillae pristinae.* (Ich habe sie dreimal auszuführen Gelegenheit gehabt.)

§ 75. *c.* Unter den **partiellen stationären Linsentrübungen** ist es zumeist der sogenannte Schichtstaar (Ed. Jäger [5])), bei welchem man nach Gräfe's Rathe [6]) die Iridektomie vornimmt. »Wenn die centrale Trübung klein, ungefähr 2—$2^1/_4$''' umfasst, vollkommen stationär ist und sich bei erweiterter Pupille ein für die gewöhnliche Beschäftigung, insonderheit anhaltendes Lesen, genügendes Sehvermögen herausstellt, rathe ich, die Pupille durch ein nach innen geführtes, den Hornhautrand jedoch nicht erreichendes Colobom zu erweitern.« »Man lege den

1) Krankh. des Auges. I. B.
2) Krankh. und Missbildungen. 1843.
3) Arlt, II. 137, 140 und 142.
4) Arlt, II. 43.
5) Staar und Staaroper. 1854. p. 17.
6) A. f. O. I. b.

ch nicht an der Hornhautgrenze, sondern 1''' weit von derselben entfernt Cornea an. Die innere Wunde liege noch $^1/_3$''' bis $^1/_2$''' mehr gegen das autcentrum hin; man gebe der äussern Wunde nur 2''' bis $2^1/_4$''', der $1^1/_2$''' bis $1^3/_4$''' Grösse, fasse mit der Pincette den Pupillartheil der Iris, em man ein mässiges Stück excidire.« »Diese Operation ist vollkommen hrlich, während die kunstgerechte Beseitigung des Schichtstaares eine lange Frist erfordert und nur durch genaue ärztliche Ueberwachung und Folgsamkeit des Patienten vor den ihr anhaftenden Gefahren zu entbinden ich nach correct verübter Staaroperation (in der Regel Disscission). »Dass ässige excentrische Pupille bei durchsichtiger Linse für den Sehakt vorfter ist, als eine centrale Pupille bei Linsendefect, darf als erwiesen an-n werden.« »Wenn die Opacität mehr als $2^1/_4$''' im Durchmesser hat und hvermögen so beschränkt ist, dass die Kranken mittlere Druckschrift nur n und selbst nach Pupillenerweiterung feinere Druckschrift nicht aus-d lesen können, dann ist die Staaroperation angezeigt.«

ebstdem können noch vordere Centralkapselstaare die Anzeige zur omie geben, wenn sie mit so breiter Basis aufsitzen, dass sie den Pupillar-ahezu erreichen. Doch ist in solchen Fällen voher das Linsensystem und nd des Sehvermögens bei künstlich erweiterter Pupille genau zu prüfen; lie Trübung beschränkt sich gewöhnlich nicht auf die Kapsel, und diese nt überdies bisweilen rings um den Pfropf herum fein gefaltet; oft ist die n toto kleiner.

i den sogenannten Nachstaaren *(Cataracta membranacea)* kann die omie mitunter günstigere Chancen bieten, als die Disscission, Dislaceration, sion oder Extraction, wenn nämlich das Rudiment der Linse undurch-ist und, wenn man bei künstlich erweiterter Pupille sehen kann, dass e nur einen Theil des zwischen *Humor aqueus* und *Humor vitreus* liegen-phragma bildet.

76. *d.* Die Iridektomie ist auch bei **seitlicher Verschiebung der Linse** em-und vorgenommen worden. [1]) Excidirt man ein Stück Iris an der Stelle, lcher die Linse sich entfernt hat, so versetzt man ein solches Auge ohn-n den Zustand eines aphakischen. Da in solchen Augen der Glaskörper igt ist, so kann von einer Staaroperation nicht wohl die Rede sein, hat ch die Iridektomie ihre Schwierigkeit in so fern, als man die Iris nicht nit einer Pincette fassen kann, sondern mit einem Häkchen hervorholen welches übrigens schon durch eine höchstens 3 Mm. lange Wunde ein-geführt werden kann. § 37 und 78.

77. *e.* Bei **Keratokonus** endlich kann die Iridektomie nur dann einen gewähren, wenn die Ausdehnung noch niedrig und nicht weit gegen pherie vorgeschritten ist, oder wenn es sich um die Verwerthung einer n Partie zur Vermittlung eines leidlich guten Sehens handelt.

---

räfe, A. f. O. IV. b.

Nach vier im ersten Jahre dieses Leidens operirten Augen zu schliessen ist es mir wahrscheinlich, dass durch frühzeitige Iridektomie (vom Pupillar- bis zum Ciliarrande) auch dem Fortschreiten Einhalt gethan werden könne. Bei zwei Augen wurde nach Jahresfrist Stillstand, bei zweien eine Besserung gegen den Zustand vor der Operation constatirt. v. Gräfe[1]), der diese Verwendung der Iridektomie zuerst vorgeschlagen hat, erzählt auch einen Fall mit wesentlicher Verbesserung des Sehvermögens nach mehrwöchentlicher Beobachtung. Später[2]) scheint v. Gräfe anderer Ansicht geworden zu sein, wenigstens hat er empfohlen, an der Spitze des Konus durch seichtes Abtragen (instrumentel, und Touchiren (mit *Lapis*) eine solide constringirende Narbe und hiermit — nach Wochen, Monaten — auch Reduction der Hervortreibung zu erzielen. In weit entwickelten Fällen möchte dieses Verfahren wohl der Iridektomie vorauszuschicken sein. Vergl. § 110 Trepanation nach Bowman und Wecker.

§ 78. Iridodesis, Iridenkleisis. Für die unter c, d, e und a mit ganz oder theilweise freiem Pupillarrande angeführten Zustande ist in neuerer Zeit von Mehreren, namentlich von Pagenstecher[3]) die zuerst von Critchett[4]) 1858 angegebene *Iridodesis*, später (von Wecker, Stellwag von Carion) die schon von Adams (1812) und Himly[5]) (1816) vorgenommene *Iridenkleisis* empfohlen worden. Auch Guépin[6]) hatte eine Art Seitwärtslagerung der Pupille durch künstliche Hervorrufung eines peripheren Irisvorfalles geübt. Van Onsenoort und Emden[7]) holten den Pupillarrand durch eine Skleralwunde hervor, um ihn in dieser einzuklemmen, und Walker[8]) ätzte die gegen den Schläfenrand hervorgezogene Partie.

Critchett bezweckte die Einheilung einer mittlern Partie der Iris (zwischen Pupillar- und Ciliarrand) in eine mehr weniger periphere Hornhautwunde, um die Pupille bei unverletztem Sphinkter hinter eine durchsichtige Hornhautpartie zu lagern. Zum Einstechen bediente er sich einer etwas breiteren Nadel, zum Hervorziehen der Iris einer *pince capsulaire*, zur Befestigung vor der Wunde eines Seidenfadens, den er mässig fest knüpfte. Die eingeklemmte Partie verwächst ohne besondere Reactionserscheinungen mit der Cornea. Das abgebundene Irisstückchen liess Critchett bis zum Abfallen stehen, Andere haben es nach 48 Stunden abgetragen. Critchett bezeichnete die Erhaltung des Sphinkters und somit der Reactionsfähigkeit der Iris auf Lichtreiz als einen wesentlichen Vorzug. Bowman[9] wandte sie deshalb auch bald bei *Keratokonus* an, später sogar doppelt, durch Verziehung einmal nach oben und einige Zeit darauf auch nach unten, sodass die Pupille in eine verticale, nach beiden Seiten hin erweiterbare Spalte verwandelt wird, welche die Function einer stenopäischen Brille annäherungsweise ersetzt.[10])

Pagenstecher's Verwendung der Critchett'schen, etwas modificirten Methode zur Seitwärtslagerung der Pupille bei dem Schichtstaare[11]), um einerseits die Pupille vor die innere Partie der durchsichtigen Randzone zu lagern, andererseits aber auch die hauptsächlich durch Lichtdiffusion störende Kernregion mit Iris von der Schläfenseite her ganz oder doch grösstentheils zu verdecken, hat unstreitig am meisten dazu beigetragen, dass

1) A. f. O. IV. b. 271.
2) A. f. O. XII. b. 215.
3) A. f. O. VI. b. 78 und VIII. a. 192.
4) Ophth. hosp. rep. I. 220.
5) Handbuch von 1843. II. 156.
6) Ann. d'ocul. 1842. Vol. suppl. p. 116.
7) Ibid. p. 121.
8) Ann. d'ocul. XIII. 35.
9) Ophth. hosp. rep. II. 154.
10) Critchett, Nouvelles remarques sur iriddésis in Ann. d'ocul. XLIV. pag. 125 und Bowman, De la cornée conique et son traitement par une opération in Ann. d'ocul. T. XLIV. 217.
11) Arlt's station. Kernstaare jugendl. Indiv.

diese Methode durch mehrere Jahre sehr häufig geübt wurde. Die Modification, um namentlich bei dem stationären Schichtstaare die genannten Vortheile (gegenüber der Iridektomie) zu erreichen, besteht darin, »dass man von der Sclerotica aus mit einer breiten, über die Fläche gebogenen Paracentesennadel (oder schmalen Lanze) einen Einstich in die vordere Kammer macht und hierauf einen Irisvorfall bewirkt, wenn ein solcher nicht schon beim Herausziehen der Klinge entstand. Die prolabirte Iris wird dann mit einer Fadenschlinge umgeben und diese in dem Augenblicke zugezogen, wo der mit einer Pincette gefasste Vorfall in dem Grade herausgezogen ist, dass dadurch der ganze Pupillarraum ausserhalb des Bereiches der Trübung der Linse (oder der Cornea) verrückt ist.«

Ganz richtig bezeichnet PAGENSTECHER's früherer Assistent Dr. BERLIN[1]) die Wirkung dieses Verfahrens, indem er sagt: »sie verbindet mit einer absoluten Vermehrung des regelmässig gebrochenen Lichtes, welches sie dem Augenhintergrunde zuführt, eine absolute Verminderung des diffusen Lichtes.« Wenn nun trotzdem heutzutage die Iridodesis sowohl als die Iridenkleisis nur noch selten vorgenommen wird, so liegt der Grund darin, dass von verschiedenen Seiten Klagen über schlimme Folgen laut geworden sind. ALFRED GRÄFE[2]) und STEFFAN[3]) gebührt das Verdienst, auf die Schattenseiten dieses anfangs sehr günstig aufgenommenen Verfahrens aufmerksam gemacht zu haben. Die Erregung eitriger Iridokyklitis von der Narbe aus, selbst Monate, Jahre lang nach scheinbar stationärem Zustande der Narbe ist noch nicht das schlimmste, was beobachtet wurde; es kann bei Erregung einer minder stürmischen Iridokyklitis seitens der Zerrung der Iris gegen eine so periphere Narbe auch zu sympathetischer Iridokyklitis des zweiten Auges kommen. Vgl. § 160. PAGENSTECHER legte die Wunde im Bereiche der Sklera, mindestens 1½ Mm. von der Cornealgrenze entfernt an. Dadurch wird namentlich den diametral entgegengesetzten Radiärfasern der Iris eine starke Dehnung aufgezwungen und wird die Iris umsomehr an die Linse angedrängt, je weiter rückwärts dem Sphinkter ein fixer Punct angewiesen wurde. Bei der Critchett'schen Methode, zunächst nur auf Hornhauttrübungen berechnet, wird wenigstens der Sphinkter nicht eingeklemmt, die Iris also nicht so weit zur Seite und gar nicht nach hinten gezogen.

Bei seitlicher Verschiebung der Linse, für welche WECKER[4]) (1863) zuerst die Iridodesis empfohlen hat, dürfte sich die Critchett'sche Methode eher ohne Nachtheil verwerthen lassen, wenn keine so starke Seitwärtslagerung nöthig ist, um die linsenfreie Region bloss zu legen und die Linse zu verdecken. Doch bleibt immer noch zu bedenken, ob der Druck der Linse auf die Iris nicht nachtheilig wirken werde. Vergl. Luxation der Linse § 106.

In manchen der unter a und c erwähnten Fälle dürfte statt der Iridektomie und Iridenkleisis die von WECKER[5]) eingeführte Einschneidung des Sphinkters, welche er als »einfache Iridotomie« bezeichnet, mit Vortheil geübt werden können. WECKER empfiehlt dieselbe speciell bei kleinen centralen (stationären) Trübungen der Hornhaut oder der Linse, unter Umständen auch bei Krümmungsanomalien der Hornhaut. Nachdem der Lidhalter eingelegt und das Auge dicht am Hornhautrande in der Verlängerung jenes Meridianes, in welchem die Spaltung des Sphinkters geschehen soll, fixirt worden ist, mache man in dem genannten Meridiane und zwar senkrecht auf denselben zwischen Peripherie und Centrum der Hornhaut einen 4 Mm. langen Einstich und führe durch die Wunde die Pincettenscheere (Fig. 4 § 61) geschlossen ein. Am Pupillarrande angelangt öffne man die Scheere, und gleite mit dem untern Blatte hinter die Iris, sodass man

1) A. f. O. VI. b. 73.
2) A. f. O. IX. c. 199.
3) A. f. O. X. a. 122.
4) Klin. Mon. p. 114 und Bulletin génér. de thérap. T. LXIV.
5) Relevé stat. par Dr. MARTIN. Paris 1873.

den Sphinkter unter raschem Schlusse durchtrennen kann. Zeigte sich dann etwas Iris in der Cornealwunde, so müsste man sie mit einem spatelförmigen Instrumente zurückschieben. Bald nachher werde Atropin eingeträufelt. Die Operation kann wohl nur in voller Narkosis ausgeführt werden und erfordert jedenfalls eine sehr sichere Hand.

§ 79. II. Die Iridektomie wird zur Bekämpfung chronischer Iritis oder Iridokyklitis und deren Folgen, und bei manchen Fällen eitriger Keratitis benützt, seit v. Gräfe [1]) den Satz aufgestellt hat, »dass das Zurückbleiben hinterer Synechien, namentlich breiter und unausdehnbarer, die Hauptursache der Iritisrecidive sei, und dass der Abschluss der Pupille den Ausgangspunct der weitern Complicationen, insonderheit der chronischen Choroiditis mit fortschreitender Amblyopie und endlich mit *Atrophia bulbi* bilde.«

Um einem leicht eintretenden Missverständnisse vorzubeugen, sei vor allem bemerkt, dass man die Iridektomie bei Iritis oder Iridokyklitis nicht während floriden Zustandes der Entzündung, sondern mindestens während einer deutlichen Remission vornehmen solle. Nur Drucksteigerung gestattet manchmal kein längeres Verschieben der Opération.

Abschluss der Pupille (der vordern von der hintern Kammer) giebt ohne weiteres die Anzeige zur Iridektomie, sobald die sonstigen Bedingungen hierzu vorhanden sind. Dass aber das Zurückbleiben hinterer Synechien die Hauptursache der Iritisrecidive sei, kann nicht unbedingt zugegeben werden. Die Synechien sind eben nur mit unter die Ursachen der Recidive zu zählen.

Das Zurückbleiben hinterer Synechien, selbst breiter und unausdehnbarer, kann an und für sich noch nicht die Anzeige zur Iridektomie oder eines anderen operativen Eingriffes geben; es müssen bereits Recidive statt gefunden haben oder doch durch Vorboten (andauernde oder oft wiederkehrende Empfindlichkeit gegen Lichtreiz und accommodative Beschäftigung, Schmerz oder Spannung im Auge, oder in dessen Umgebung, leichtes Rothwerden bei Beschäftigung, Temperaturwechsel, Gemüthsaffecten) angedroht sein, und man muss überdies noch erst nachforschen, in welchem Zustande sich das andere Auge und der Gesammtorganismus befinden und welchen Indicationen diesfalls vorher oder gleichzeitig Rechnung zu tragen sein möchte. Die Iridektomie kann so zu sagen nur ein mechanisch wirkendes Moment beseitigen. Verlangen wir mehr von ihr, so wird sie uns und den Operirten gar oft nicht befriedigen.

Wäre in einem Falle chronischer Iritis mit Synechien z. B. Syphilis vorhanden, so würde man sich gewiss nicht begnügen, blos eine Iridektomie zu machen. Eine grosse Zahl der von chronischer, oft recidivirender Iritis Befallenen bietet unzweifelhafte Spuren oder Zeichen von Scrophulosis dar, und in anderen solchen Fällen haben wir es mit Leuten zu thun, welche durch allerhand Entbehrungen oder schwächende Potenzen in der Ernährung herabgekommen sind. (Man denke an die Iridokyklitis nach dem Hungertyphus. In solchen Fällen wird ein Auge nach dem andern ergriffen, meist in auffallend correspondirender Weise, und doch sind wir meistens nicht berechtigt, die Affection des zweiten als sympathisch zu bezeichnen. — Ich habe viele Kranke, welche nach dieser Indication operirt worden waren, Jahre lang in Beobachtung zu behalten Gelegenheit gehabt.

1) A. f. O. b. 202.

Es sind bei weitem die meisten von weiteren Entzündungen frei geblieben, aber bei mehreren ist in späterer Zeit trotz ganz correcter Operation und Wundheilung eine Entzündung ein- selbst mehrere Male nachgekommen, welche sich bei unverändertem (grossem, bis zum Ciliarrand reichendem) Colobom durch pericorneale Injection, Verfärbung der Iris, punctförmige Trübung an der Descemet'schen Haut und mehr weniger deutliche Trübung im Glaskörper manifestirte. Andrerseits habe ich mehrere Kranke durch viele Jahre (eine vom 34. bis zum 55. Jahre) beobachtet, welche ich an bilateraler Iritis behandelt hatte, und bei denen nicht nur das durch Iridektomie operirte, sondern auch das andere trotz zahlreicher Synechien von Entzündung frei geblieben ist.

»Der idiopathischen Iritis sehr nahe steht eine Krankheitsform, welche sich in ihren Anfällen gar nicht, in ihrem ganzen Verlaufe nur durch ihre häufigen Recidive von der ersteren unterscheidet. Solche Patienten werden unbestimmte Zeit lang in monatelangen oder längeren Intervallen von einer bald mehr bald weniger heftigen Iritis befallen; gewiss ist es also nicht zu verwundern, wenn dieselben in der Regel mit einer Anzahl iritischer Synechien behaftet bleiben. Und doch liegt nur diese Thatsache der ziemlich allgemein angenommenen Behauptung zu Grunde, dass das Zurückbleiben der Synechien die Ursache der Recidive sei.« »Die Möglichkeit eines derartigen ursächlichen Zusammenhanges lässt sich natürlich nicht abläugnen, die Menge der Individuen indessen, welche trotz reichlicher hinterer Synechien nicht an recidvirender Iritis leiden, ist denn doch eine zu grosse, als dass man ohne weiteres den mechanischen Einfluss der Synechien als Ursache der Recidive beschuldigen könnte, und andrerseits kommen Fälle vor, in welchen sich Recidive als ganz unabhängig von Synechien erweisen. Endlich habe ich Fälle constatiren können, welche von Anfang an zweckmässig mit Atropin behandelt, keine Synechien zurückbehielten und dennoch von häufigen Recidiven nicht verschont wurden, ohne dass eine nachweisbare Ursache, wie z. B. Syphilis vorlag.«[1]) Ich habe ganz dasselbe wiederholt beobachet.

§ 80. **Korelysis.** Eine gewisse, gar oft nicht gerechtfertigte Furcht vor dem Nachtheile mehrfacher, ja selbst einer einzelnen Synechie hat zu einem operativen Eingriffe geführt, welcher zwar nicht Pupillenbildung bezweckt, zu dieser jedoch in so naher Beziehung steht, dass seine Besprechung wohl am besten hier eingeschaltet wird. Es ist dies die Korelysis von STREATFEILD[2]), für welche A. WEBER[3]) bestimmte Anzeigen festzustellen bemüht war.

Nach energischer Einträuflung von Atropin und gehöriger Fixirung des Bulbus, allenfalls auch unter Narkosis wird mit einer breiten Paracentesennadel oder schmalen Lanze ein Einstich in die Cornea gemacht, ohngefähr zwischen Centrum und Peripherie, und durch diesen ein spatel- oder auch ein hakenförmiges Instrument eingeführt, um entweder durch Druck und Streifen oder durch Zug die Verbindung zu lösen. HASNER[4]) bediente sich zum Ablösen des biegsamen, stumpfen Irishäkchens von HIMLY.

Weniger riskant ist das Verfahren von PASSAVANT.[5]) Dieser löst in einer Sitzung immer nur je eine Synechie. Einstich am Rande der Hornhaut, im Meridian der Synechie, nicht grösser als zum Einführen und Oeffnen einer feinen, vorn gut abgerundeten Pincette nöthig ist; Wunde in der Descemet'schen Haut nicht zu peripher, um Irisvorfall zu verhüten, und nicht zu central, um die Iris mit flach angesetzter Pincette fassen zu können. Nach Ablösung der fixirten Irispartie von der Kapsel durch »sanftes Anziehen« ist Einklemmung von Iris in der Wunde zu verhüten, nöthigenfalls mittelst Reposition zu behe-

---

1) SCHWEIGGER, Handbuch. 1871, p. 321.
2) Ophth. Hosp. Reports, October 1857 und Ann. d'oc. T. XLVI. 147.
3) A. f. O. VII. a. 1 und VIII. a. 354.
4) Prager Vierteljahrschr. 1862. IV. und Ann. d'oc. T. LIV.
5) A. f. O. XV. a. 259.

ben. P. versichert, »dass ihm in mehr als 50 derartigen Lösungen nicht Ein Mal nachtheilige Folgen vorgekommen, und dass er in einigen Fällen, wo mehrere Verwachsungen bestanden, nach wenigen, selbst 2 Tagen, die Operation wiederholen konnte. — Ich habe es bisher vorgezogen, wenn schon ein operativer Eingriff nöthig erschien, die Iridektomie zu machen. Schon die Ausschneidung eines schmalen Stückchens aus dem Ringmuskel wirkt entspannend auf die durch Synechien fixirten Partien. Die Iridektomie greift aber, wie wir beim Glaucom sehen werden (§ 101), zugleich alterirend in die Circulationsverhältnisse des Uvealtractus ein, und das ist, abgesehen von der arzneilichen und diätetischen Behandlung bei »Neigung zu Recidiven« gewiss von höherer Bedeutung, als die Beseitigung der vermeintlichen, wenigstens nicht direct nachgewiesenen Zerrung.

§ 81. Bei noch vorhandener, wenn auch nur vielleicht mittelst Atropin nachweisbarer Communication zwischen der vordern und hintern Kammer kann daher entweder die mechanische Beeinträchtigung des Sehaktes durch die Iris oder das Recidiviren der Entzündung (die gegründete Besorgniss davor § 79) die Anzeige zur Iridektomie geben, selbst bei noch ziemlich gutem Sehen.

Bei Abschluss der Pupille, i. e. bei ringförmiger Anlöthung des Pupillarrandes an die Kapsel, ist die Iridektomie selbst dann angezeigt, wenn die Mitte der Pupille von Exsudat frei oder doch so weit durchsichtig ist, dass sie ein relativ gutes Sehen gestattet (Gräfe). Man kann in diesen Fällen eine mehr weniger gute Prognosis auch quoad visum restituendum stellen, wenn die Bedingungen seitens der Netzhaut vorhanden sind. Die Operation kann aber auch bei Mangel dieser Bedingungen, bei amaurotischer Erblindung noch unternommen werden (selbst werden müssen), um den chronisch entzündlichen Process in der Iris und im Ciliarkörper definitiv zum Abschlusse zu bringen und weiteren Verbildungen an dem betreffenden und an dem andern Auge (sympathischer Iridokyklitis) vorzubeugen.

§ 82. Die Fälle mit noch theilweise offener Pupille so wie die mit einfacher ringförmiger Synechie oder mit einfacher Pupillensperre (Membran, Pfropf in der Pupille) gestatten eine günstige Prognose. Bei Mitleidenschaft des Ciliarkörpers kann die Prognosis getrübt werden: 1. dadurch, dass in Folge serösen Exsudates in der hintern Kammer und im Glaskörper Drucksteigerung mit Excavation der Papille eingetreten ist[1]) oder 2. dadurch, dass im Gegentheile gleich von vornherein oder nach transitorischer Drucksteigerung der Glaskörper wegen beeinträchtigter Ernährung (schrumpfende Exsudate an der Innenfläche des Ciliarkörpers und am Glaskörperstroma) schwindet und die Netzhaut von der Aderhaut abzieht[2]), oder endlich 3. durch die Anwesenheit mehr weniger dicker und fester Exsudatlagen (Schwarten) zwischen Kapsel und Iris, welche nicht nur mit der Iris und den Ciliarfortsätzen, sondern auch mit der vordern Fläche der Kapsel oder, wo nur Rudera des Linsensystemes vorhanden sind, mit diesen mehr weniger fest, selbst unzertrennlich zusammen hängen, daher dem Operateur mitunter unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen setzen.[3])

1) Gräfe, A. f. O. VI. b.
2) H. Müller, A. f. O. IV. a. 363.
3) Arlt, Krankh. II. 46, 47, 165, 166.

§ 83. Handelt es sich bloss um die Hintanhaltung von Recidiven, bei noch nicht abgeschlossener Pupille, so genügt die Excision eines Stückes aus dem Sphinkter, und es ist nicht gerade die Excision der adhärenten Partie nöthig; die stehenbleibenden Synechien werden wahrscheinlich durch die Unterbrechung des Kreismuskels entspannt; doch dürfte das Eingreifen der Iridektomie in die Circulationsverhältnisse des ganzen Uvealtractus in erster Instanz als das Heilbringende anzusehen sein. Wäre demnach der Fall so beschaffen, dass bei oben angelegter Lücke noch genügender Lichteinfall stattfinden kann, so excidire man oben vom Pupillar- bis zum Ciliarrande, weil alsdann die Blendung und Entstellung am geringsten ausfallen.

§ 84. Bei **Pupillarabschluss** (ringförmiger Synechie) ist wie v. Gräfe [1]) nachgewiesen hat, zunächst die Wiederherstellung der Communication zwischen der hintern und vordern Kammer herzustellen. Dass dabei auch ein Theil des Sphinkters excidirt und dass für den Durchgang der Lichtstrahlen genügender Raum geschaffen werde, ist wohl wünschenswerth, aber oft nicht sogleich möglich, zum Glück auch vorläufig nicht nothwendig; ist erst diese Communication durch einen oder durch mehrere operative Eingriffe hergestellt, dann sind die Verhältnisse zur eigentlichen Pupillenbildung günstiger, die Kammer tiefer, das Gefüge der Iris besser fassbar. Freilich giebt es Fälle, wo die Iridektomie 3, 4, 5 mal in verschieden langen Pausen wiederholt werden muss, bevor eine Oeffnung erhalten wird, welche sich nicht mehr schliesst und welche auch den Lichtstrahlen genügenden Raum gewährt.

Die Herstellung der Verbindung der Kammer ist leichter zu bewerkstelligen, wenn hinter der Iris ausschliesslich oder vorwaltend seröses Exsudat angehäuft ist; sie wird in dem Masse schwieriger, als eine mehr weniger mächtige und starre Exsudatmembran zwischen der Iris und Kapsel eingeschaltet ist. Man könnte diesen Zustand mit Gräfe [2]) als totale hintere Synechie bezeichnen, wenn er jedesmal ringsum vom Pupillar- bis zum Ciliarrande statt fände. Glücklicherweise ist aber in vielen Fällen die Iris noch in einzelnen Sectoren, überhaupt in einem aliquoten Theile noch frei (nicht bis zur Peripherie an die Kapsel angelöthet). Jedenfalls darf man diesen Ausdruck nicht confundiren mit dem »ringförmige Synechie« [3]) oder »Pupillarabschluss«. [4]) Bei jener fehlt die hintere Kammer ganz oder grossentheils, bei dieser kann sie sogar vergrössert sein.

Sehr oft geschieht es, dass die Pincette nur atrophisches, leicht zerreissliches Irisgewebe, aber nicht auch die dahinter ausgespannte Schwarte fasst; beim Anziehen erhält man dann mitunter eine ganz unzureichende Gewebepartie, besonders wenn das Gefasste schon abreisst, bevor man mit der Scheere dazu kommt, es abzuschneiden. Selbst wenn eine dem Anscheine nach hinreichend grosse Partie, sei es durch blosses Anziehen, sei es durch Excision entfernt wurde, ist man nicht sicher, eine durchgreifende, die Kapsel blosslegende Lücke

1) A. f. O. II. b. 241.
2) A. f. O. VI. b. 102.
3) Arlt, Krankh. II. 42.
4) Gräfe, A. f. O. II. b. 240.

erlangt zu haben; hier kann nur die seitliche Beleuchtung besonders bei Lampenlicht Aufschluss geben, falls nicht Blut, welches sich nicht immer herausbefördern lässt, die genauere Einsicht hindert. Die genannten Exsudatmembranen pflegen nämlich an ihrer Vorderfläche so dick mit Pigment belegt zu sein, dass eine Lücke in der Iris bei gewöhnlicher Beleuchtung schwarz und erst bei scharfer Focalbeleuchtung braun oder grau erscheint. Pigment, welches einfach an der Kapsel haftet, bildet nie eine ganz continuirliche Lage, immer nur Flocken mit Lücken dazwischen, durch welche man bei durchfallendem Lichte (mit dem Augenspiegel) noch mehr weniger rothes Licht von dem beleuchteten Augengrunde heraus bekommen kann.

Bleibt es zweifelhaft, ob man eine bis zur Kapsel durchgreifende Lücke erhalten habe, oder erscheint es gewagt, geradezu unmöglich, durch steiles Aufsetzen einer kleinen Blömer'schen Pincette (oder mit einer Liebreich'schen) ein Stück Schwarte hinter der Irislücke zu fassen, so betrachte man die Operation vorläufig als beendet und schreite nach einer Pause von 2—4 Wochen zu einer neuen Excision unmittelbar neben der früheren Lücke oder auch an einer andern, vielleicht jetzt günstiger erscheinenden Stelle. Am ehesten bekommt man ein Stück Iris sammt Schwarte, wenn man die Liebreich'sche oder eine ähnliche Pincette an die Vorderfläche des Sphinkters andrückt, im Andrücken schliesst, dann wiederholt erst seitlich hin- und herzieht, bevor man vor die Cornea herausgeht.

Völlige Sicherheit, dass man die Communication erlangt habe, giebt erst das Grösserwerden der vordern Kammer nach einigen Stunden, mitunter erst nach einigen Tagen. War Drucksteigerung vorhanden, so verliert die Iris ihre Buckel, die Farbe und Faserung nähern sich mehr der Norm, und die Spannung des Bulbus ist gegen früher vermindert; auch die nicht selten sichtbaren Venen an der Iris werden unsichtbar und Ektasien an der Corneoskleralgrenze oder im Bereiche des Ciliarkörpers pflegen sich zu verflachen. Wenn sonst die Netzhaut nicht durch zu hochgradigen und namentlich nicht durch zu lange bestehenden Druck gelitten hat, dann treten auch die in letzter Instanz angestrebten Wirkungen der Entlastung, nämlich die Hebung der Sehschärfe und die Erweiterung des Gesichtsfeldes bis zu dem überhaupt noch möglichen Grade allmählich (in einigen Wochen) hervor. Zur Hebung der Sehschärfe trägt sehr oft die allmähliche Klärung des Glaskörpers wesentlich bei.

Konnte jedoch nur eine zwar durchgreifende, aber dennoch zu kleine Lücke erzielt werden, so zeigt sich bald früher bald später, dass der entzündliche Process nicht sistirt wurde, und es tritt Wiederverschluss der Lücke ein. Dieser kann allerdings auch durch schlechte Wundheilung oder durch Faserstoffgerinnsel von ausgetretenem Blute herbeigeführt oder doch begünstigt werden. Von grossem Einflusse scheint aber auch das Allgemeinbefinden und namentlich die gedrückte Gemüthsstimmung mancher Operirter zu sein, welche sich in ihrer Erwartung getäuscht sehen, wenn sie nicht gleich in vorhinein darauf aufmerksam gemacht wurden, dass die erste, möglicherweise auch die zweite, selbst dritte Operation ohne directen Einfluss auf das Sehen sein werde.

Ich habe bei einem Briefträger die Iridektomie auf dem linken, bereits amaurotischen Auge 2, auf dem rechten 5 mal vornehmen müssen, bevor er in Stand gesetzt wurde seinem Geschäfte wieder vorzustehen und zwar bis zu einer 4 Jahre später erfolgten tödtlichen Pneumonie. Nach der 3. Iridektomie (rechts) hatte er einige Monate lang leid-

lich gut fungirt; nach der 4. war er aus Verzweiflung geisteskrank geworden, nach der 5. völlig und bleibend genesen. — Bei einem Gutsbesitzer aus Ungarn mit beiderseitigem Pupillarverschluss wurden auf dem einen Auge 5, auf dem andern 6 Operationen, als vorletzte je eine Extraction mit Lappenschnitt nothwendig, bevor es gelang — im Ganzen binnen 6 Jahren — ihm beiderseits zu einem befriedigenden Sehvermögen zu verhelfen, dessen er sich nun seit 3 Jahren erfreut.

§ 85. **Minder günstig bei gleicher, selbst bei relativ besserer Receptivität der Netzhaut sind jene Fälle, welche nebst Pupillarabschluss eine auffallende Spannungsverminderung des Bulbus zeigen.** Doch sind selbst Augen mit deutlicher Abflachung in der Gegend der geraden Augenmuskel und mit etwas kleiner und minder durchsichtig erscheinender Cornea noch nicht ohne weiteres als zur Operation ungeeignet zurückzuweisen.[1])

Wenn dieser Zustand, welcher mit Massenabnahme, später mit förmlicher Schrumpfung des Glaskörpers einhergeht und schliesslich zur Abhebung der Netzhaut in Trichterform führt, nicht secundär nach mehr weniger lange bestandener Drucksteigerung, sondern gleich anfangs als solcher aufgetreten ist, so findet man die vordere Kammer nicht sowohl durch bucklige Vortreibung als vielmehr durch Vorgerücktsein der Iris (und Linse) in toto verengert, und die missfarbige, gleichsam vergilbte Iris erscheint gewöhnlich mehr filzig, von zahlreichen, oft nur unter der Loupe sichtbaren Gefässchen durchzogen, oder röthlich gesprenkelt, namentlich im kleinen Kreise. Hier ist meistens nicht bloss ringförmige, sondern totale hintere Synechie vorhanden. Man hat zunächst zu eruiren, ob dieser Zustand das Ergebniss von primärer Iridokyklitis und nicht etwa die Folge vorausgegangener Netz- oder Aderhauterkrankung sei. In letzterem Falle würde die Iridektomie kaum nützen (zur Wiederherstellung des Sehens). Die Aussicht auf Erfolg ist auch gewöhnlich gering, wenn die Iridokyklitis sympathisch war, selbst nach Enucleation des andern Auges. Aber auch wenn die hinter der Linse und dem Ciliarkörper liegenden Gebilde nur secundär erkrankt sind, giebt es eine gewisse Grenze für die Nützlichkdit der Iridektomie. Diese Grenze lässt sich, doch nur annähernd, durch die Prüfung des Lichtscheines (Kerzenflamme in mindestens 3 Meter), der Projection im Gesichtsfelde und dem Verhalten des Bulbus in toto bestimmen (auffallende Weichheit, Viereckigsein, Verkleinerung und feinstreifige Trübung der Cornea). Eingezogensein der Sklera nach einer Richtung ist nach Gräfe[2]) ungünstiger, als concentrische Verkleinerung. »Ich habe eine grosse Reihe von Fällen mit Iridektomie behandelt, in welchen der Bulbus schon sehr weich und die Abplattungen in der Gegend der *Recti* schon sehr entwickelt waren, bei welchen schliesslich eine vollkommene Ausfüllung des Bulbus zu Stande kam.«[3])

§ 86. Was den **Zeitpunct der Operation** bei den im vorhergehenden § besprochenen Fällen betrifft, so ist vor allem zu bemerken, dass die Gefahr weiterer Schädigung der Netzhaut lange nicht so dringend ist, wie bei der mit Drucksteigerung einhergehenden, und dass, wenn während erheblicher Ciliarinjection,

---

1) Gräfe, A. f. O. II. b. 219 und VI. b. 97.
2) Gräfe, II. b. 236.
3) Gräfe, A. f. O. II. 219.

namentlich aber während deutlicher entzündlicher Schwellung und Lockerung der Iris (filziges, röthliches Aussehen, zahlreiche feine Gefässchen im kleinen Kreise) operirt wird, die Iris mürber befunden wird und um so leichter blutet, bei oder nach der Operation, als ein Vorrücken der Linse wegen Volumenabnahme des Glaskörpers nicht zu Stande kommt. Durch die Blutung kann die Ausführung der Operation erschwert, verhindert, aber auch deren Erfolg vereitelt werden, denn das künstlich entleerte Blut wird immer wieder durch frisches ersetzt und begünstigt oder vermittelt den Wiederverschluss. Insbesondere soll man sich bei *Iridokyklitis sympathica* mit der Iridektomie nicht übereilen.[1] Am ehesten lässt sich die zur Operation nöthige Remission durch ein geregeltes diätetisches Verhalten erzielen. Es kann sein, dass man viele Monate lang zuwarten muss, ehe man den operativen Eingriff wagen darf. Würde ein in der geschilderten Weise an Iridokyklitis erkranktes Auge der Ausgangspunct einer sympathischen Erkrankung des andern Auges, so würde wohl nichts übrig bleiben, als dasselbe zu enucleiren, bevor noch die sympathische Affection in vollen Gang gesetzt ist. (Vergl. *Enucleatio bulbi* § 160.)

§ 87. Die **Operation** wird in solchen Fällen ganz besonders erschwert, nicht nur durch die mürbe Beschaffenheit der Iris und die leicht schon während derselben erfolgende Blutung, sondern hauptsächlich durch die Exsudatschwarten, welche unmittelbar zwischen der Iris und der Kapsel eingeschaltet sind. Das Fassen derselben mit einer an dieselbe flach angedrückten krummen oder selbst mit einer steil aufgesetzten geraden Pincette ist oft wegen der gleichmässig flachen Lage derselben unmittelbar auf der Kapsel nicht möglich, das Einreissen mit einem spitzen Häkchen wegen des absoluten Mangels der hintern Kammer (selbst an der Peripherie) zu gefährlich. Wenn keine dicke Membran in der Pupille liegt, so gelingt es mitunter, den Sphinkter zu fassen und die an seiner Hinterfläche fester als an der Kapsel haftende Schwarte wenigstens an einer Stelle einzureissen. Mitunter trifft man auch eine Stelle der Iris, welche nicht durch Schwartenbildung an die Kapsel fixirt ist (unvollständige totale hintere Synechie), oder wo sich der Sphinkter von der Membran in der Pupille abreissen lässt, ohne dass man Gefahr läuft, an der entgegen gesetzten Stelle Iridodialysis zu bewirken. Aber in manchen Fällen gelingt weder das eine noch das andere oder man hat gleich von vorn herein keine Aussicht, mit irgend einem dieser Manöver durchzudringen. Es bleibt dann nichs übrig, als die Iridektomie mit der Extraction zu verbinden, selbst in solchen Fällen, wo die Linse wahrscheinlich noch gar nicht getrübt ist.[2] Vergl. § 38.

Während man bei einfacher *Cataracta accreta* den Bogenschnitt wie gewöhnlich führen kann, lege man ihn bei den in Rede stehenden Fällen so an, dass die Bogenlinie äusserlich noch etwa 1 Mm. innerhalb des Limbus zu liegen kommt; Schnitte im Skleralborde oder nahe daran führen gern zu narbiger Einziehung längs der Wunde.[3]

---

1) Gräfe, A. f. O. XII. b. 164, 165.
2) Gräfe, A. f. O. VI. 97.
3) Arlt, Krankh. II. 325.

Noch schwieriger ist das Verfahren, wenn Pupillarverschluss mit Schwartenbildung hinter der Iris nach Verletzungen, welche die Linse ganz oder theilweise zur Resorption gebracht haben oder nach der Extraction eingetreten ist. Die Schwartenbildung nimmt dann nicht selten den ganzen Raum zwischen den Firsten der Ciliarfortsätze ein und ist zur Zeit, wo man einen operativen Eingriff dagegen unternehmen darf — wozu wohl 2—3 Monate Abwarten nöthig werden kann — bereits so derb geworden, dass es nicht gelingt, sie zu durchbrechen oder ein Stück davon zu excidiren. Mitunter kommt es auch hier zu buckliger Vortreibung der Iris. Das rigide Diaphragma liegt dann weiter hinter der Iris. Operirt man, bevor die entzündlichen Zufälle abgeklungen, so erfolgt Bluterguss in die Kammer und Wiederverschluss der allenfalls gebildeten Lücke. Wenn bei dem Fassen einer solchen resistenten Membran, welches meistens nur mit einem spitzigen Häkchen möglich ist, die Sclerotica irgendwo eingezogen wird, so ist jede weitere Traction sehr oft unnütz, jedenfalls aber gefährlich, theils wegen beträchtlichen Verlustes von Vitrina, welche gewöhnlich in eine seröse gelbliche Flüssigkeit verwandelt erscheint, theils wegen der starken Reaction, welche jeder stärkeren Zerrung am Ciliarkörper zu folgen pflegt. [1])

Die Encheiresen, welche unter solchen Umständen allenfalls noch zum Ziele führen können, sind zu Ende der Abhandlung über Disscission und Dislaceration § 60 und 61 angegeben.

§ 88. Die Iridektomie behufs **Entfernung fremder Körper** ist hier in so fern zu erwähnen, als sie zugleich der Entzündung vorzubeugen hat. Vergl. § 133.

Cysten in der Iris, meistens nach einer penetrirenden Wunde in der Corneoskleralgrenze beobachtet und wahrscheinlich auch nur nach dieser Veranlassung vorkommend [2]), erfordern die Iridektomie wohl nur dann, wenn sie klein sind. Grosse Cysten habe ich schon vor Jahren (vide Heidelb. Congress) und noch im Winter 1873 von der Corneoskleralgrenze aus punctirt. Falls die Wand der Cyste nicht nach aussen gestülpt wird, kann man sie dann mit einer Pincette hervorholen und excidiren. Kleine Cysten, welche das Vordringen des Lanzenmessers bis zur Bildung einer 3—4 Mm. langen Wunde nicht gestatten, müssen von der Kammer aus gefasst werden, wobei das Mitfassen und Mitausschneiden eines Irisstückes kaum zu umgehen sein dürfte. Vergl. § 156.

§ 89. *b.* Was die **entzündlichen Zustände der Hornhaut** betrifft, welchen man nach Gräfe [3]) durch die Iridektomie wirksam entgegen zu treten hoffen darf, so gehören hierher gewisse Fälle von eitriger Infiltration, von Geschwüren und Abscessen, ganz besonders aber die Hornhautfisteln.

Bei eitrigen Infiltraten, Abscessen und Geschwüren, welche nicht bald anderweitig zur Begrenzung und Rückbildung gebracht werden können

1) Arlt, Krankh. II. 324.
2) Rothmund in klin. Mon. 1871. Heidelb. Congress. p. 397.
3) A. f. O. II. b. 241.

und idiopathisch, nicht secundär von Blennorrhoe oder Diphtheritis sind, hat Gräfe die Iridektomie empfohlen, zumal wenn vorauszusehen, dass nach Beseitigung der Entzündung doch die Bahnung eines Weges für die Lichtstrahlen nöthig sein werde. Die Resultate dieses Verfahrens scheinen indess durchschnittich nicht sehr günstig ausgefallen zu sein, und das Verfahren von Sämisch[1] (vergl. § 110) erreicht nach den bisherigen Erfahrungen das angestrebte Ziel sicherer und einfacher. Nur wenn bei umfangreichen Hornhautgeschwüren (über 4 Mm. Durchmesser) die Heilung nicht sowohl durch die Eiterbildung als vielmehr durch die Hervordrängung des Geschwürsgrundes verzögert wird, oder wenn schliesslich *Keratektasia* in Aussicht steht, besitzen wir wohl kein besseres Mittel, den relativ günstigsten Ausgang herbeizuführen, als die Iridektomie.

Hornhautfisteln, welche dadurch unterhalten werden, dass die Hornhautöffnung theils vor der Iris, theils vor der Kapsel liegt, können auf keine Weise besser zur Heilung gebracht werden als durch die Iridektomie. Diese Fisteln sind durchschnittlich $1\frac{1}{2}$—2 Mm. vom Hornhautcentrum entfernt. Läge die Oeffnung mehr central, so würde sie durch die Kapsel allein verlegt werden, so lange bis organischer Abschluss erfolgt; läge sie mehr peripher, so würde die Iris den Dienst der provisorischen (mechanischen) Verlegung oder Verstopfung übernehmen und somit das beständige oder ruckweise Abfliessen des Kammerwassers verhindern. Ein Stück Iris aus der ganzen Breite ausgeschnitten, und zwar dort, wo die dioptrischen Verhältnisse es anzeigen, führt am sichersten zum organischen Verschlusse. Doch ist dieser Eingriff erst dann vorzunehmen, wenn Hemmung des Lidschlages und Abhaltung aller Momente, welche Stauung in den Hohlvenen zu bewirken pflegen, nicht in 8—14 Tagen zum Ziele geführt haben. Bei längerem Bestande droht *Atrophia bulbi*.

§ 90. III. **Zur Herabsetzung des gesteigerten intraoculären Druckes**, in specie bei Glaukom ist die Iridektomie nach Gräfe zuerst im Jahre 1856 angewendet worden.[2] In einem späteren Aufsatze[3] wurden ektatische Hornhautnarben, Pupillarabschluss mit buckliger Vortreibung der Iris, Linsenblähung nach Kapseleröffnung, *Scleroticochoroiditis posterior*, Neubildungen und fremde Körper im hintern Abschnitte des Bulbus als Zustände bezeichnet, welche, wenn sie Drucksteigerung einleiten, die Iridektomie indiciren.

§ 91. A. **Glaukom.** Beim Glaukom wird die Iridektomie (vom Pupillar- bis zum Ciliarrande und mindestens 3 Mm. breit) vorgenommen, um das mit Vernichtung bedrohte Sehvermögen wieder herzustellen, um das noch bestehende zu erhalten, möglicher Weise zu verbessern, oder um bei unrettbar verlorener Sehkraft wenigstens weiteren Folgen der Drucksteigerung, namentlich heftigen Schmerzanfällen abzuhelfen oder vorzubeugen. Wo die Iris bereits atrophisch ist, lässt sich eine wirksame Iridektomie nicht mehr ausführen.

1) Ulcus corneae serpens. Bonn 1869.
2) A. f. O. III. b. 456.
3) A. f. O. IV. b. 127.

§ 92. Die **Prognosis** bezüglich des Sehvermögens richtet sich theils nach der Form, in welcher sich das Glaukom präsentirt, theils nach der Zeit, welche seit seinem Beginn verflossen ist.

Bei den Fällen mit entzündlichen Symptomen ist die Prognosis relativ günstiger, und je zeitiger operirt wird, desto besser das Resultat. Man muss unterscheiden, ob die Herabsetzung der Sehschärfe bloss durch die Drucksteigerung oder nebstdem noch durch die entzündliche Trübung der Medien (Hornhaut, Kammerwasser, Glaskörper) bewirkt ist. Auf die Behebung der letzteren kann sicher gerechnet werden. Die Folgen des Druckes sind nach der Heftigkeit der Druckerscheinungen beim Ausbruche, resp. beim letzten Anfalle, nach der Zeit, welche seit dem Beginn der Krankheit, resp. seit dem letzten entzündlichen Anfalle verstrichen ist, und nach dem Grade der Sehschärfe, besonders aber nach der Einschränkung des Gesichtsfeldes im Status praesens und in der Zeit vor dem letzten Anfalle, in letzter Instanz nach dem Aussehen der Papilla, sofern diese sichtbar, zu beurtheilen. Näheres hierüber in den folgenden vier Paragraphen.

§ 93. *a.* Sind bloss **Prodromalsymptome** vorhanden (rasche Abrückung des Nahepunctes, Regenbogenfarben um Lichtflammen, zeitweilige Schmerzen in der Stirn mit oder ohne flüchtige, höchstens stundenlange Obnubilation), so ist noch nicht zu operiren, es müsste denn das andere Auge bereits an Glaukom erkrankt sein und deshalb die genannten Erscheinungen kaum auf etwas anderes als auf imminentes Glaukom bezogen werden können. Zeitweilig auftretender Arterienpuls (spontan oder unter relativ leichtem Fingerdrucke), etwas weitere und trägere Pupille, deutliche Stauung in den vorderen Ciliarvenen könnten den frühzeitigen Eingriff unter Umständen (Schwierigkeit rechtzeitiger Hilfe nach wirklichem Ausbruche) wohl auch bei noch unversehrtem zweiten Auge rechtfertigen, die Einwilligung des Kranken nach richtiger Darstellung des Sachverhaltes vorausgesetzt. Die Chancen sind in dieser Epoche jedenfalls am günstigsten.

Ich darf hier eine Beobachtung nicht unerwähnt lassen, obgleich dieselbe noch weiterer Bestätigung bedarf. Vor Gräfe's Erfindung habe ich einen einzigen Fall beobachtet, wo das zweite Auge erst nach 8 Jahren von Glaukom befallen wurde; sonst vergingen stets nur wenige Wochen, Monate oder Jahre bis zum Ausbruche des Glaukoms auf dem 2. Auge. Seit dem Jahre 1857 aber sind mir schon 4 Fälle bekannt geworden, wo das 2. Auge nach erfolgreicher Iridektomie auf dem 1. durch 10 und mehr Jahre frei geblieben ist. Sollte die Iridektomie auf dem einen Auge im Stande sein, bis zu einem gewissen Grade, den Ausbruch von Glaukom auf dem zweiten zu verzögern, hintanzuhalten?

Gräfe hat den Ausdruck »Prodromalstadium« für das Glaukom in einem etwas anderen Sinne gebraucht, als es sonst üblich ist. Er nimmt das Glaukom als entwickelt nur dann an, wenn keine freien Intervalle mehr nachweisbar sind. Aber sobald Symptome vorhanden sind, welche hinreichen, den Nachweis zu liefern, dass ein bestimmter Krankheitsprocess vorhanden sei und kein anderer, dann sind dieselben nicht mehr als prodromale zu bezeichnen. Wenn man während eines Anfalles gerufen wird, wo sich tastbare Spannungsvermehrung, Accommodationsparese, leichte Trägheit und Erweiterung der Pupille, feine Trübung des Kammerwassers, Hyperämie der Netzhautvenen, Regenbogensehen, gleichmässige Umflorung des Gesichtes und wohl auch Ciliarneurose zeigen, wo

vielleicht sogar Herabsetzung oder theilweise Aufhebung der peripheren Perception besteht, so wird man wirkliches Glaukom, nicht blos Prodromalstadium diagnosticiren müssen, denn man ist bei solchen Zeichen nicht sicher, dass noch ein freies Intervall nachfolgen werde, man ist nicht einmal sicher, ob diese Zufälle nicht etwa in wenig Stunden oder Tagen steigen werden.

§ 94. *b.* **Acutes Glaukom.** *α.* Die Fälle, welche nach einem mehr weniger langen Prodromalstadium oder auch ohne dass ein solches bemerkt wurde, mit heftigen entzündlichen Zufällen beginnen und deshalb als acutes Glaukom bezeichnet werden, gestatten, selbst wenn das Sehen erloschen und nur noch quantitative Lichtempfindung vorhanden ist, in der ersten Zeit (bis ohngefähr zum 14. Tage) Wiederherstellung des Sehens, vorausgesetzt, dass vor dem Anfalle gutes Sehvermögen bestanden hatte. Die Entspannung des Bulbus während der Andauer der entzündlichen Zufälle ist das einzig sichere Mittel, nicht nur zur Erhaltung der Sehkraft, sondern auch zur Bekämpfung der mitunter wüthenden Schmerzen. Die Iridektomie wird indess oft sehr erschwert durch die Vorwärtsdrängung der Iris und der Linse, durch das Schmalsein der Iris, durch die entzündliche Erweichung und ödematöse Schwellung der Bindehaut und durch den psychischen Zustand des Erkrankten. Lässt sich eine richtige Ausführung der Iridektomie selbst unter Narkosis nicht erwarten, so begnüge man sich, das Auge vorläufig durch Punction langsam zu entlasten. Wenn indess die Sehkraft ungeachtet heftiger entzündlicher Zufälle nicht beträchtlich sinkt, z. B. Zeiger einer Taschenuhr gesehen werden und das Gesichtsfeld nicht auffallend eingeengt erscheint, so kann man mit dem operativen Eingreifen überhaupt warten, bis die genannten Hindernisse vorüber sind. Blutentziehungen und kalte Umschläge sind unnütz, erstere sogar oft nachtheilig; die Erblindung erfolgt danach rascher. Morphiuminjectionen und Chinin sind die besten Palliativa, Abführmittel können nebenbei angezeigt sein.

β. In vielen Fällen acuten Glaukoms wird der Arzt erst in einer spätern Zeit consultirt. Ist nach Ablauf des Anfalles die Sehschärfe nur wenig gemindert und das Gesichtsfeld nicht erheblich eingeschränkt. dabei zugleich die Sehnervenpapille wenig oder gar nicht verändert, so kann man von der Iridektomie bleibende Heilung erwarten, selbst wenn Monate seit dem entzündlichen Anfalle vergangen sein sollten.

Haben sich bereits einige entzündliche Anfälle gezeigt, so entscheidet nicht die Zeit seit dem ersten Anfalle, sondern das Verhalten der Sehschärfe, des Gesichtsfeldes und der Papille vor dem letzten Anfalle und im Status praesens. Geringe Einengung von der Nasenseite oder mässige concentrische Einengung gestattet noch immer eine ziemlich günstige Prognose. Stärkere seitliche Einengung trübt die Prognose um so mehr, je näher sie gegen die Mitte reicht. Doch kann auch hier noch auf beträchtliche Erweiterung selbst Ergänzung gerechnet werden, wenn die Dauer der Sehstörung und das Aussehen der Papille nicht dagegen argumentiren. Sieht das Auge bloss noch excentrisch oder gar nur mit einer schlitzförmigen Partie der Netzhaut (gewöhnlich nach innen oben von der *Mac. lutea* gelegen) so ist nicht einmal sicher auf Erhaltung des Restes, geschweige denn auf Verbesserung an Sehschärfe und Umfang zu rechnen.

Nicht minder wichtig ist die Prüfung der Papille in Bezug auf ihre Farbe und auf die Tiefe der Excavation. Vergl. Druckexcavation. Je mehr die Papille hierin von der Norm abweicht, desto mehr steht zu besorgen, dass die durch den Druck eingeleiteten Veränderungen (Atrophie, bindegewebige Degeneration) auch nach Behebung des Druckes selbstständig fortschreiten werden, desto reservirter ist die Prognosis quoad visum zu stellen.

Wo die Excavation der Papille weder einen sehr hohen Grad (nach Tiefe und Umfang) erreicht, noch sehr lange bestanden hat, kann auf nachträgliches Abnehmen, selbst Verschwinden derselben im Verlaufe einiger Wochen gerechnet werden. [1])

§ 95. *c.* Von den unter *b.* angeführten Fällen müssen jene unterschieden werden, für welche Gräfe [2]) den Namen *Glaukoma fulminans* gewählt hat. Die Erblindung erfolgt in scheinbar gesunden Augen binnen wenig Stunden (sogar in $1/2$ Stunde) vollständig, selbst bis zum Mangel jeder Lichtempfindung, ein Vorgang, welcher wohl nicht durch Compression der Nervenelemente, sondern durch gehemmte Versorgung der Retina mit arteriellem Blute unter plötzlich gesteigertem Augendrucke erklärt werden kann. [3]) Manche dieser Fälle zeichnen sich durch rasche Entwicklung der anderen Druckzeichen aus; in andern treten diese Zeichen nicht eminent hervor und nur der Augenspiegel zeigt diffuse Trübung des Kammerwassers und Glaskörpers, welche bisweilen noch die Ueberfüllung der Netzhautvenen wahrnehmen lässt. Dabei können die Injectionsphänomene wohl gleichzeitig mit der Erblindung auftreten, aber auch erst in späterer Zeit nachkommen. — In solchen Fällen lässt sich von der Iridektomie nur gleich anfangs, längstens in den ersten 2—3 Tagen ein mehr weniger befriedigender Erfolg erwarten.

§ 96. *d.* **Chronisch-entzündliches Glaukom.** Für die Fälle chronischen Glaukoms mit sichtbaren entzündlichen Zufällen sind im Allgemeinen dieselben Momente massgebend, welche unter *bβ.* betont wurden. »Gesichtsfeldbeschränkung und Sehnervenexcavation trüben die Prognose, heben jedoch die Hoffnung auf einen günstigen Einfluss, resp. auf Sistirung nicht unbedingt auf; man konnte hier mitunter selbst bei stark excentrischem und schlitzförmigem Gesichtsfelde bedeutende Besserung constatiren.« (Ich habe einen Collegen vor 15 Jahren operirt, bei welchem auf dem linken Auge schon weniger als die Hälfte der Netzhaut functionsfähig war, das rechte auch schon nahezu excentrisch fixirte, doch noch mit convex 10 Jäger 7 lesen konnte; der Zustand seiner Augen hat sich seitdem ziemlich unverändert erhalten.) »Je mehr zur Zeit der Operation die Symptome der Drucksteigerung ausgeprägt sind, desto mehr darf ceteris paribus von der Iridektomie erwartet werden.« [4]) In einer Reihe von Fällen erhält man bleibend günstige Resultate, in einer andern erfolgt Stillstand, erst nachdem die erhaltene Besserung wieder um etwas abgenommen hat; diesen gegenüber

---

1) Gräfe, A. f. O. IV. b. 127.
2) A. f. O. VIII. b. 244.
3) A. f. O. XV. c. 112.
4) A. f. O. III. b. 538.

stehen einige, wo es trotzdem zur Erblindung kommt und zwar nicht durch neuerliche Entzündung oder Drucksteigerung, sondern durch selbstständig fortschreitende Sehnervenatrophie.

§ 97. *e.* **Glaukoma simplex.**[1]) Das Glaukom ohne manifeste entzündliche Zufälle (Amaurose mit Sehnervenexcavation[2]), welches vorzugsweise an der Druckexcavation erkannt wird und bei welchem man nie vor dem Hinzutreten entzündlicher Zufälle sicher ist, drängt die Patienten, falls nicht durch dieses Hinzutreten, erst durch länger andauerndes Schlechtsehen oder durch Einschränkung des Gesichtsfeldes (beides) zur ärztlichen Consultation, also nicht selten erst in einer Zeit, wo die Papille mehr durch den langen Bestand als durch die Höhe der Drucksteigerung beträchtliche Veränderungen erlitten hat. »In der Mehrzahl der Fälle bringt eine correcte Iridektomie den Augendruck direct und dauernd in die physiologischen Grenzen. In anderen wird der Druck bedeutend vermindert aber nicht völlig normirt und das Sehvermögen erhält sich dann meist stabil, sinkt aber doch nicht selten in einiger Zeit, oder es steigt der Druck nach längerer Frist, bis die für beide Eventualitäten indicirte zweite Operation — Iridektomie an diametral entgegengesetzter Seite — endlich denselben dauernd normirt und den Status quo für die Dauer sichert. In einer dritten Reihe von Fällen besteht nach der Operation ein richtiger oder nur leicht erhöhter Druck, welcher später schubweise zunimmt und dann auch einer zweiten Operation nicht immer dauernd weicht. Endlich giebt es aber auch Fälle, in denen auf die Iridektomie keine Herabsetzung, sondern Steigerung des Augendruckes folgt und das Sehvermögen progressiv zuweilen sehr rasch erlischt, wo also der operative Eingriff die Erblindung beschleunigt.«[3]) »In die erste Kategorie gehören ungefähr die Hälfte, in die zweite mindestens $^1/_4$ der an *Glaukoma simplex* operirten Fälle. In der dritten Kategorie, welche gewissermassen ein Recidiv darstellt, wird durch die Nachoperation noch theilweise ein Anhalten des Verfalles erreicht. In die letzte Kategorie gehören nur etwa 2 p. Ct. der an *Glaukoma simplex* Operirten.«[4]) Meine Erfahrungen stimmen im Grossen Ganzen mit denen von Gräfe überein.

§ 98. **Specielles über die Ausführung der Iridektomie bei Glaukom.** Die Excision nach oben hat den Vortheil, dass der Operirte wenig entstellt und, was die Hauptsache, dass er relativ am wenigsten durch Blendung gestört wird. Wenn das Auge tief liegt, oder wenn es nicht leicht mittelst der Pincette nach unten gerollt und fixirt werden kann, ist zunächst die Excision nach unten zu wählen. Partielle Atrophie der Iris kann zu seitlicher Anlegung des Coloboms zwingen.

Ist das Colobom in Bezug auf Breite und Tiefe nicht befriedigend, so schreite man zu einer Correctur in derselben Sitzung nur dann, wenn man sich vor Verletzung der Kapsel schützen kann, denn nicht selten ist auch nach wirklich incorrecter Excision ein bleibend günstiger Erfolg beobachtet worden, wenigstens in Fällen acut entzündlichen Glaukoms.[5]) Tritt ein solcher nicht ein, so ist die

1) Donders, A. f. O. VIII. b. 143.
2) Gräfe, A. f. O. III. b. 546.
3) Gräfe, A. f. O. XV. c. 201.
4) Ibid. p. 202.
5) A. f. O. XV. c. 113.

Wiederholung der Operation nach einigen Tagen oder Wochen minder gewagt. Nur Zipfel der Iris in der Wunde suche man zu beseitigen, wenn es ohne Gefahr für die Kapsel und die Zonula geschehen kann. »Sicherlich unterhält jedwede Einheilung der Iris den Feind, gegen den wir kämpfen, nämlich die secretorische Reizbarkeit des Auges.«[1]) Leider wird manchmal die Iris später (bei Wundsprengung) in den Stichcanal getrieben.

Nach beendeter Operation ist die Spannung des Bulbus durch Betastung zu prüfen. Ist diese, wie beim entzündlichen Glaukom in der Regel, beim einfachen in einer grossen Zahl der Fälle vermindert, so kann man nach correcter Excision auf baldigen Wundschluss und auf dauernde Entspannung rechnen. Die Kammer erscheint dann schon bei der ersten Besichtigung (5—6 Stunden) hergestellt und gewinnt allmählich an Tiefe. Die Schenkel des Coloboms ziehen parallel oder divergirend gegen den Ciliarkörper, nicht gegen die Wundwinkel, und nach Klärung der Medien kann man zwischen Linsenrand und Ciliarfortsätzen in die Tiefe sehen. Die Sehschärfe kann sich auch nach ungenügender Excision in den ersten Tagen beträchtlich heben, theils wegen momentaner Entlastung, theils wegen Klärung der Medien. Beides kann bekanntlich auch nach einfacher Punction, ja bei den, dem Glaukom eigenthümlichen, Schwankungen der Drucksteigerung sogar spontan erfolgen. Erweiterung des Gesichtsfeldes, wo eine solche überhaupt erwartet werden kann, und bleibende Abnahme der Druckerscheinungen überhaupt giebt ein verlässliches Zeichen für entsprechende Ausführung der Operation.

Leider giebt es Fälle, namentlich von einfachem Glaukom, in denen auch eine richtig ausgeführte Operation nicht zur bleibenden Entspannung führt. Wo unmittelbar nach der Operation noch eine erhebliche Spannungsvermehrung zurückblieb, kann man zunächst nicht auf baldige Wiederherstellung der Kammer rechnen, sie erfolgt erst nach 3, 4 und mehr Tagen. In solchen Fällen dürfen von dem Verbande nur die Charpie und die an den Enden mit Diachylon bestrichenen Leinwandstreifen in Anwendung kommen. »In den schlimmen Fällen sieht man den Druck bei noch nie hergestellter oder bald (1. und 2. Tag) wieder aufgehobener Kammer während der ersten Tage noch mehr steigen, Iris und Linse werden fest gegen die Hornhaut gepresst, und unter Thränen und mehr weniger Schmerzen entsteht eine mehr venöse als arterielle Röthe um die Cornea. Die Hauptgefahr liegt bei ausbleibender Restitution der Kammer in der unter Reizsymptomen, namentlich gesteigerter Schmerzhaftigkeit gegen Betastung erfolgenden Spannung des Bulbus. Wo diese Schmerzhaftigkeit, das Thränen und die Injection ausbleibt, ist die Gefahr bereits geringer; es gelingt dann meist die Entspannung, und wenn auch die Kammer sich erst in der 2. Woche oder später wieder herstellt, so pflegt doch der Verlauf wieder in ein leidlich günstiges Geleise einzukehren. Ist bei aufgehobener Kammer und fehlender Reizung die Spannung nur unerheblich vermehrt, so darf man darauf rechnen, nach einigen Tagen theilweise Wiederherstellung, endlich völlige Integrirung der Kammer mit durchaus glücklichem Verlaufe zu constatiren.«[2])

---

1) A. f. O. XV. c. 250.
2) Ibid. c. 205.

In manchen Fällen kommt es unter cystoider Vernarbung zur Wiederansammlung von etwas Kammerwasser, in anderen bleiben Iris und Linse an die Cornea angelagert.

Ich habe diese langsame oder ausbleibende Wiederherstellung der Kammer auch nach richtig ausgeführter Iridektomie bei Glaukoma fast nur bei Individuen mit prämaturem Glaukom (zwischen dem 35. und 45. Jahre) beobachtet, immer auf beiden Augen, wenn beide (ich operire niemals beide in einer Sitzung) operirt wurden, und vor 4 Jahren bei zwei Geschwistern (mit dem Habitus verfrühter Senescenz). Ich habe diese ungünstige Wundheilung leider in einigen Fällen auch nach einer 2. Iridektomie (an der entgegengesetzten Stelle) beobachtet.

»Die Punction, welche keine bleibenden Erfolge aufzuweisen hat, könnte beim *Gl. simplex* einen gewissen prognostischen Werth erhalten. Wenn man nach Abfluss des Kammerwassers eine völlig ausreichende Reduction des Augendruckes constatirt, so kann man auch sicher sein, dass man durch die Iridektomie eine dauernde Spannungsverminderung erreicht und dass der Fall nicht zu einem malignen Verlaufe oder doch zu einem unzureichenden Resultate disponirt. Zeigt sich dagegen noch eine relativ starke Härte (relativ zu gesunden punctirten Augen), so wird man darauf gefasst sein müssen, dass dann langsame Wiederbildung der Kammer stattfindet und dass sich vielleicht auch ein maligner, wenigstens drohender Verlauf einstellt. Vielleicht wird auch zu ermitteln sein, ob durch methodisch wiederholte Punction ein niedrigerer unmittelbarer Spannungsgrad erreicht und so der Boden für die Iridektomie geebnet werden kann.«[1])

§ 99. Bei Anlegung des **Verbandes** ist nicht Druck aufs Auge, sondern nur Hemmung des Lidschlages anzustreben. Die Netzhautecchymosen entstehen, wenn nicht später wegen Wundsprengung, wahrscheinlich schon im Momente des Wasserabflusses, daher dieser nur langsam bewirkt werden soll. Dass der »Druckverband auf ein relativ gespanntes Auge gelegt, die Gefahren des Verlaufes bedeutend steigert« hat v. Gräfe selbst zugegeben.

Wenn am 2. oder 3. Tage die Kammer wegen erhöhten Augendruckes nicht hergestellt ist, so sind nach Gräfe's Rath periodisch lauwarme Umschläge (von Chamillenaufguss und Calomel in abführender Dosis anzuwenden, bei Reizsymptomen, namentlich bei spontanen Schmerzen Morphiuminjectionen.

§ 100. **Die Iridektomie ist zu wiederholen**, wenn Fehler der Ausführung oder des nachträglichen Verhaltens, namentlich ungenügende Excision oder Einklemmung von Iris als Ursache fortbestehender oder später wieder auftretender Drucksteigerung zu betrachten sind. Die Wiederholung der Operation, und zwar als Anlegung eines breiten und tiefen Coloboms an der diametral entgegengesetzten Seite (Gräfe), kann auch von Nutzen sein, wenn die bleibende Herabsetzung der Drucksteigerung trotz Correctheit der ersten Iridektomie nicht erzielt wurde, wie dies namentlich beim einfachen Glaukom vorkommt.

Ein Mann von 53 Jahren, das linke Auge in Folge von Glaukom atrophisch, das rechte mit starker Einengung des Gesichtsfeldes doch noch guter centraler Sehschärfe, bekam im Frühlinge 1858 einen heftigen entzündlichen Anfall, bevor die bereits beschlossene Operation zur Ausführung kam. Die Excision fiel ungenügend aus, weil der zu wenig narkoti-

---

1) Gräfe, A. f. O. XV. c. 211.

sirte Kranke beim Fassen der Iris unruhig wurde. Fortdauer der Zufälle, wenn auch in geringerem Grade. Wiederholung der Operation am 10. Tage in tieferer Narkose. Erweiterung des Coloboms nach unten-innen. Rasche Abnahme der Druck- und Entzündungserscheinungen, aber sehr langsame Zunahme der bis auf Lichtempfindung gesunkenen Sehkraft. Noch in der 6. Woche getraute sich der Patient nicht ohne Führer auszugehen. Von der 8. Woche an entschiedene Besserung, sodass im Herbste mit Convex 10 Jäger Nr. 3 gelesen werden konnte. Seitdem bis gegenwärtig (Herbst 1873) völliger Stillstand.

§ 101. **Wie soll man sich die druckvermindernde Wirkung der Iridektomie erklären?** Kaum anders als durch das schon in § 83 erwähnte Eingreifen derselben in die Circulationsverhältnisse im Uvealtractus. Gegen alle Theorien, welche das Hauptgewicht auf die Entspannung legen, lässt sich wohl die Frage aufwerfen, ob man gesonnen sei, für jene Fälle, in welchen eher Verminderung als Erhöhung des Druckes obwaltet, eine andere Erklärungsweise aufzusuchen (§ 85). Sehen wir vorläufig von dem Nutzen der Iridektomie bei einzelnen hinteren Synechien ab, weil sich dieser am Ende auch als rein mechanisch erklären liesse, so bemerken wir in der einen Reihe von Fällen innerhalb gewisser Grenzen Abnahme des gesteigerten Druckes, während in einer andern Reihe nach derselben Operation bessere Füllung und Spannung — bis zur Norm — eintritt. Aus der »Reihe mit Drucksteigerung« dürften selbst noch jene Fälle auszuscheiden sein, wo die Iridektomie zunächst wieder ein mechanisches Irritament beseitigt, nämlich die Zerrung und Reizung der Iris durch Ansammlung von Kammerwasser hinter der Iris bei ringförmiger Synechie, bei ektatischen Hornhautnarben, bei Druck der geblähten oder dislocirten Linse. Somit bleiben uns zwei diametral entgegengesetzte Zustände: »Pupillarabschluss mit ringförmiger oder mit totaler hinterer Synechie und Abnahme der Vitrina« und »Erweiterung der Pupille mit Volumenzunahme des Glaskörpers«, deren schliesslicher Uebergang in Volumenabnahme durch Iridektomie verhütet werden kann. (*Glaukoma sensu str.*).

Die bisher aufgestellten Meinungen über die Wirkung der Iridektomie bei Glaukom aufzuzählen und zu kritisiren, würde die Grenzen dieser Abhandlung über das gebotene Maass ausdehnen. Man findet das Ausführlichste hierüber wohl in Stellwag's Lehrbuche von 1870. pag. 341 und in dessen Abhandlung über den intraocularen Druck, Wien 1868. In jüngster Zeit hat aber Professor Brücke's Assistent Dr. Exner Untersuchungen angestellt, und darauf gestützt eine Erklärung der Wirkungsweise der Iridektomie versucht, welche wenigstens mit den Befunden erfolgreich iridektomirter Augen nicht im Widerspruche steht, im Gegentheil sich mit den vorliegenden Thatsachen der Beobachtung im Leben und nach dem Tode wohl in Einklang bringen lässt, deren Verständniss anbahnt und das andeutet, worauf es bei der Ausführung der Operation ankommt: Es ist dies das schon von Gräfe vermuthete, doch nicht weiter beachtete directe Eingreifen der Iridektomie in die Circulationsverhältnisse des Uvealtractus.

»Man muss als feststehende Thatsache betrachten, dass der stationäre intraoculäre Druck abhängig ist von dem mittlern Gefässdrucke im Auge, dass sein Steigen und Sinken bedingt ist durch Secretion und Resorption von Flüssigkeit durch die Gefässwände, und dass diese wieder von der Grösse der Differenz zwischen intra- und extraoculärem Druck abhänge. — Durch Beobachtungen an injicirten Albinoaugen (Hund, Kaninchen) nach 2—4 Wochen vorausgeschickter Iridektomie habe ich mich überzeugt, dass sich fast immer directe Anastomosen nachweisen lassen, welche nach auswärts vom excidirten Irisstücke Irisarterien und Irisvenen verbinden.« »Wird nun, wie dies bei der Iridektomie am Menschen der Fall ist, pupillarwärts vom *Circulus art. irid. major* die Iris abgeschnitten, dann bleiben Arterienstumpfe und Venenstumpfe stehen, der grösste Theil ihrer Verzweigungen und des ihnen gehörigen Capillarnetzes aber ist entfernt. Das Blut, das in die Arterien eindringt und dem der normale Weg verschlossen ist, bildet sich nun, wahrscheinlich aus früher dagewesenen engen Gefässen weite Anastomosen aus, so dass das arterielle Blut, ohne ein eigentliches Capillarge-

biet zu passiren, allsogleich in das Bett der Venen gelangt.« »An Präparaten von der hiesigen Augenklinik (von Augen nach exacter Iridektomie und mit constatirter druckherabsetzender Wirkung) war zu ersehen, dass der übrig bleibende periphere Irisrand viel breiter ist, als man gewöhnlich anzunehmen scheint, und dass Platz im Ueberfluss da ist zur Ausbildung von noch in der Iris gelegenen Anastomosen. Diese selbst konnte ich leider am Menschenauge nicht unmittelbar beobachten, da mir nur mikroskopische Präparate von uninjicirten und meridional geschnittenen Augen zu Gebote standen, doch sah ich die Durchschnitte grösserer Gefässe so hart am Narbenrande, dass ich dieselben kaum für etwas anderes als für Anastomosen ansehen kann.« »Gewiss ist, dass am iridektomirten Auge die dünnen Gefässe weder jenen weiter geschlängelten Verlauf bis zum Pupillarrande, noch die Auflösung an denselben in das bekannte überaus feine Capillarnetz zu erleiden haben.«

»Wenn man nun bedenkt, dass von Darcy durch Rechnung, von Girard, Hagen und Poiseuille durch den Versuch gefunden wurde, dass die Widerstände, welche Röhren von geringerer Dicke als ½ Mm. der durchströmenden Flüssigkeit entgegensetzen, proportional ihrer Länge und umgekehrt proportional den Quadraten ihrer Radien sind, und wenn man ferner bedenkt, dass der Seitendruck in irgend einem Röhrenquerschnitt bedingt ist durch die Grösse der Widerstände, welche die Flüssigkeit hinter demselben noch zu überwältigen hat, so wird man leicht einsehen, welche Wirkung auf den Druck innerhalb einer Irisarterie das Wegfallen des langen und engen Capillargebietes und die Substitution desselben durch weite Anastomosen ausüben muss.« »Aber nicht nur der Druck in dem Stumpf der Irisarterie, welche das excidirte Stück mit Blut versorgt hatte, muss sinken, sondern auch der Druck im ganzen *Circ. art. irid. major*, aus welchem sie entspringt, und somit in sämmtlichen Irisarterien, die nun alle ihr Blut unter geringerem Drucke aus dem Circulus empfangen. Da endlich der *Circ. art. irid. major* durch die *Rami recurrentes* auch mit den arteriellen Gefässen der Choroidea in Verbindung steht, so muss auch in den arteriellen Gefässen der Choroidea der Druck sinken, wenn auch in geringerem Grade. Da der intraoculare Druck direct von dem durchschnittlichen Gefässdruck innerhalb des Bulbus abhängt, und dieser in der Iris beträchtlich, in der Choroidea gleichfalls, wenn auch weniger, herabgesetzt wird, so erklärt sich auf diese Weise die Wirkung der Iridektomie. Das Anlegen eines breiten Coloboms erhöht die Wahrscheinlichkeit der Anastomosenbildung überhaupt und der Anzahl der Anastomosen insbesondere; die Tiefe des Coloboms wird dadurch von Wichtigkeit, dass die Wirkung um so grösser sein muss, je mehr von den engen Gefässen weggenommen, je dicker die gebildeten Anastomosen sind. Wird an der Stelle des ausgeschnittenen Sectors die Iris losgelöst, so wird hier der Stromlauf im *Circ. art. iridis major* unterbrochen und die Folge davon muss sein, dass, was immer für Druckverhältnisse sich einstellen mögen, sie nicht ihre Wirkung auf den übrigen Theil der Iris- und Choroidealgefässe ausüben können, da ja das vermittelnde Gefäss als solches nicht mehr existirt. Der an irgend einer Stelle unterbrochene Circulus hat seine Bedeutung als Regulator des Irisdruckes verloren und verhält sich zu den Irisarterien nur mehr wie irgend eine grössere zu ihren kleineren Aesten.« »Bei der Iridodialysis wird gewiss der Strom im *Circ. art. iridis* unterbrochen. Totale Entfernung der Iris durch Dialysis kann den Druck nicht herabsetzen, eher steigern.«[1])

Warum bei *Glaukoma simplex* trotz der Anlegung eines breiten und tiefen Coloboms und trotzdem, dass sich in der Iris keine Texturveränderungen wahrnehmen lassen, dennoch in einer gewissen Zahl von Fällen nicht die erwartete Druckverminderung eintritt, darüber giebt auch diese Theorie vorläufig keinen Aufschluss.

1) Exner, 65. Band der Sitzungsber. der k. Akademie der Wissensch. Mai 1872, und Medic. Jahrb. der Gesellsch. der Wiener Aerzte. 1873. Heft 1. p. 52.

Ebenso bleibt noch zu untersuchen, welche anatomischen Veränderungen im Auge die von HANKOK[1]) inaugurirte Incision des *Musc. tensor choroideae* herbeiführe. Ich habe mich nie entschliessen können, damit Versuche an Lebenden anzustellen. HANKOK sticht ein Staarmesser am untern-äussern Rande der Cornea schräg von vorn nach hinten und von oben nach unten ein, bis die Fasern der Sclerotica in einer Ausdehnung von $\frac{1}{8}$ Zoll (englisch) schräg durchtrennt sind; hiermit ist auch der Ciliarmuskel durchschnitten. Diese Operation soll die Vortheile, doch nicht die Nachtheile und Gefahren der Iridektomie bieten.[2]) SALOMON[3]) hat diese Operation gegen Myopie angewendet; seine Mittheilungen sind gerade nicht geeignet, Vertrauen dazu zu erwecken. Die neuesten Erfahrungen über die Sklerotomie in Ann. d'ocul. LXIX. 169.

QUAGLINO[4]) und WECKER[5]) halten die Sklerotomie für das eigentlich Wirksame bei der gegen Glaukom von GRÄFE vorgenommenen Operation. Ersterer macht mit einem sehr breiten Lanzenmesser einen Einstich wie behufs der Iridektomie im Skleralborde und sucht dabei das Vorfallen der Iris zu verhüten, letzterer bedient sich eines Gräfe'schen Staarmessers, welches er so wie bei der Gräfe'schen Extraction ein- und aussticht, dann jedoch, ohne den Schnitt in der Mitte zu vollenden, zurückzieht, sodass in der Sklera zwei Wunden entstehen und dass der ungetrennte Theil dem Entstehen eines Irisvorfalles entgegenwirkt. »Die Sklerotomie wurde auf der Klinik in 7 Fällen absoluten Glaukomes zur Beschwichtigung der entzündlichen sehr schmerzhaften Zufälle vorgenommen; das Resultat war vollkommen gleich dem, welches man durch Iridektomie erlangt haben würde.«[6])

BADER in London[7]) wendet die Sklerotomie gegenwärtig in allen Fällen von Glaukom an, vollendet den Schnitt durch die Sclerotica, lässt aber die Bindehaut davor ungetrennt, indem er das Messer flach zurückzieht; die Iris fällt unter der Bindehaut vor; es bleibt in der Mehrzahl der Fälle ein vorspringender Wulst zurück, in welchem BADER eine Art Ventil gegen den gesteigerten intraocularen Druck sieht. Die Resultate sollen vollkommen befriedigend sein.

WECKER übte später (1872) die Sklerotomie nur in Fällen acuten Glaukoms mit heftigen Schmerzen; in Fällen von absolutem Glaukom, wo wegen weit vorgeschrittener Irisatrophie eine ausreichende Iridektomie nicht ausgeführt werden kann[8]), schneidet er, um die *Enucleatio bulbi* zu umgehen, ein Stück Hornhaut von 1,5 Mm. Durchmesser am Rande der Hornhaut aus der Bulbuswand mittelst seines Trepanes aus. Vgl. § 110.

§ 102. Die Thatsache, dass manchmal nach Iridektomie wegen entzündlichen Glaukoms auf dem einen Auge in kurzer Zeit, am häufigsten zwischen dem 2. und 4. Tage Glaukom mit entzündlichen Erscheinungen auf dem zweiten Auge auftritt, auch wenn dieses keine Prodromalsymptome darbot, erklärt v. GRÄFE[9]) durch den traumatischen Reiz der Operation, resp. der sich anschliessenden Heilvorgänge, welcher die bereits vorhandene Disposition gleichsam wach ruft, und MOOREN[10]) deutet die Affection des zweiten Auges als

1) Lancet 1860. Februar und Ophth. Hosp. Rep. Nr. 12.
2) Ann. d'ocul. XLIV. 45.
3) Ann. d'ocul. XLVII. 56.
4) Annali di ottalm. 1871. pag. 200.
5) Klin. Monatsbl. 1871. p. 305. Ann. d'ocul. LXVII. 182.
6) Dr. MARTIN, Klin. Bericht vom Jahre 1871.
7) Mündl. Bericht des Dr. SATTLER.
8) Ann. d'ocul. 1872. T. LXVIII. p. 140.
9) A. f. O. XV. c. 115.
10) Ophthalm. Beob. 1867.

eine sympathische. Verg. § 160. Ueber die Deutung kann man verschiedener Meinung sein. Ich glaube aus den Fällen, welche ich beobachtet habe, den Schluss ziehen zu dürfen, dass insbesondere bei sehr ängstlichen Kranken der Ausbruch von Glaukom auf dem zweiten Auge bald nach der Operation auf dem ersten zu besorgen sei. Ich habe auch 2 Tage nach der Extraction auf dem rechten Auge Glaukom auf dem früher auch ophthalmoskopisch ganz gesund befundenen linken Auge ausbrechen gesehen. Das aber ist sicher, dass wir uns durch die Furcht baldigen Auftretens von Glaukom auf dem zweiten Auge nicht abhalten lassen dürfen, das erst erkrankte der Iridektomie zu unterwerfen und damit, sobald die Anzeige dazu gegeben ist, keinen Augenblick zu zögern.

§ 103. **Secundär-Glaukom.** Diesen Namen hat v. Gräfe [1]) für verschiedene Zustände gebraucht, welche zu Drucksteigerung und deren weiteren Folgen geführt haben, im Gegensatze zum eigentlichen oder primären Glaukom, bei welchem senile, nicht näher gekannte Veränderungen des Auges als Ursache der Drucksteigerung supponirt werden.

Es giebt, wie v. Gräfe bemerkt, kein Gebilde des Auges, bis auf die Bindehaut, dessen Erkrankung nicht zu anhaltender Drucksteigerung und deren Folgen führen könnte. Unter den Krankheiten der Hornhaut sind es vorzugsweise ektatische Hornhautnarben, besonders die mit vorderer Synechie bestehenden, welche die Gefahr der Drucksteigerung bringen. [2]) Daran reiht sich die Iritis, wenn sie vermöge hohen Grades oder wiederholter Anfälle zu Pupillarabschluss und zu Vortreibung der Iris geführt hat, oder wenn sie gleich von vornherein mit Entzündung des Ciliarkörpers und mit entzündlicher Erweichung der vordern Zone der Sclerotica einherging (Birnform des Auges. [3]) Die Linse kann Anstoss zu Drucksteigerung geben, entweder weil sie nach Eröffnung der Kapsel zu rasch aufquillt oder weil sie, aus ihrer Verbindung verschoben oder ganz gelöst, auf die Iris, auf den Ciliarkörper oder auf die Netz- und Aderhaut drückt. [4]) Von den entzündlichen Affectionen der Choroidea (hinter dem zackigen Ende der Netzhaut) ist es besonders die sogenannte *Sclerotico-choroiditis posterior* und von den Krankheiten der Netzhaut sind es die hämorrhagischen Processe, nach denen das Auftreten glaukomatöser Zufälle beobachtet wurde. Daran schliessen sich noch manche Neubildungen und fremde Körper, welche in ähnlicher Weise wie dislocirte Linsen wirken können.

An Augen, deren Form und Grösse auf Kosten der pericornealen Skleralzone unter Drucksteigerung sichtlich verändert worden ist, hat man, bevor man zur Iridektomie schreitet, nicht bloss den Zustand der Netzhaut im Centrum und an der Peripherie so weit als möglich zu ermitteln, sondern auch an die Möglichkeit (Wahrscheinlichkeit, Gewissheit) von Dehnung oder Zerfall des Aufhängebandes der Linse, i. e. der Zonula und hiermit von Verflüssigung des Glas-

1) A. f. O. IV. b. 143.
2) Arlt, Krankh. III. 17 u. 18 und Gräfe, A. f. O. IV. b. 156.
3) Arlt. l. c. p. 4 u. 18 und Gräfe, IV. b. 150.
4) Gräfe, IV. b. 146

körpers zu denken. Denn der Effect der Iridektomie kann auch von dieser Veränderung aus in Frage gestellt werden.

§ 104. *a.* Dass ektatische Hornhautnarben mit vorderer Synechie (ausnahmsweise auch ohne Synechie) zu Drucksteigerung zu führen pflegen, ist erwiesen. Die Gefahr dazu ist gegeben, wenn nach erfolgter Verdichtung tiefgreifenden Narbengewebes noch Prominenz besteht. Konisches Aufsteigen der Cornea, gleichviel ob noch mehr oder weniger von durchsichtiger Hornhaut erhalten ist, führt eher zu Secundärglaucom, als kugelförmige (partielle oder totale) Ausbuchtung.

Die Knickung der Gewebe am Rande der kugelförmigen Ausbuchtung scheint der Zerrung an dem frei gebliebenen Theile der Iris und somit auch der Reizung des Ciliarkörpers zu steuern. Ob der Pupillarrand ganz oder theilweise in die Narbe einbezogen sei, ist rücksichtlich der Gefahr der Drucksteigerung ohne Bedeutung. Bei kugelförmigen Hornhautstaphylomen (bei totalen wie bei partiellen) kann die Lichtempfindung Jahre lang fortbestehen; bei kegelförmigen erlischt sie in wenig Wochen oder Monaten.

Die Iridektomie ist hier angezeigt, nicht nur wenn die Zeichen der Drucksteigerung bereits eingetreten sind, sondern auch schon früher, selbst bei noch relativ gutem Sehen, wenn nach dem Gesagten die Gefahr vorhanden ist. Sie kann auch dann noch angezeigt sein, wenn die Empfänglichkeit der Netzhaut bereits erloschen ist, um weiteren Schmerzanfällen und um sympathischer Erkrankung des zweiten Auges abzuhelfen oder vorzubeugen. Partielle Staphylome pflegen nach Anlegung eines breiten und tiefen Coloboms rückgängig zu werden. § 119. Man kann auf die druckvermindernde Wirkung der Iridektomie rechnen, wenn nicht etwa Verschiebung der Linse obwaltet. Bei alten, dickwandigen Partialstaphylomen ist auch bei normaler Linsenlage von der blossen Iridektomie kaum eine Abflachung zu erwarten.

Bei einfachen ektatischen Narben sowie bei der *Ektasia ex panno* und bei *Keratoconus* sehen wir allerdings in seltenen Fällen anhaltende Drucksteigerung nachkommen; hier lässt sich die Iridektomie (als druckvermindernd) jedoch erst nach constatirtem Eintritte der Drucksteigerung rechtfertigen, eben weil dieselbe nur ausnahmsweise, also wohl unter Mitwirkung ganz specieller Momente vorkommt.

GRÄFE[1]) hat noch auf eine eigenthümliche Erkrankung der Cornea als Ursache von Secundärglaukom aufmerksam gemacht und dieselbe, sobald sie Drucksteigerung eingeleitet hat, als Anzeige zur Iridektomie aufgestellt. Es ist das die bandförmige, aus lichtgrauen Puncten zusammengesetzte, ohne entzündliche Zufälle zu Stande kommende Trübung, welche an Augen, die nach Iridokyklitis der Atrophie verfallen, keine seltene Erscheinung bildet. Ich pflege sie seit vielen Jahren als gürtelförmige Hornhauttrübung zu bezeichnen, weil sie, oben und unten von normaler Hornhaut abgegrenzt, wie ein Gürtel von 2—3 Mm. Breite quer über die Hornhaut streicht, demnach jenen Theil der Cornea einnimmt, welchen die Lider bei halb geöffneten Augen nicht bedecken. Als Vorläufer von Glaukom und zwar bilateral, habe ich sie nur einmal (bei einer Frau von circa 55 Jahren) beobachtet.

---

1) A. f. O. c. 139.

§ 105. *b.* Ungleich häufiger werden Drucksteigerung und deren weitere Folgen durch Iritis eingeleitet, und zwar nach Fortschreiten der Entzündung auf den Ciliarkörper. In einer Reihe von Fällen geht die Entzündung vom Ciliarkörper aus (besonders unter dem Bilde der sogenannten Hydromeningitis) und in einer dritten Reihe ist es die dem *Corpus ciliare* entsprechende Zone der *Sclerotica*, allein oder unter Mitbetheiligung der nächst gelegenen Cornealpartie, von welcher die zu Drucksteigerung führende Kyklitis angeregt wird. Die Zeichen der Iritis können dann in sehr untergeordnetem Grade vorhanden sein. Die Prognosis ist, abgesehen von dem Zustande der Netzhaut und abgesehen von Schwartenbildung hinter der Iris in den hierher gehörenden Fällen um so mehr zweifelhaft, je mehr man Ursache hat, Dehnung oder Schwund der Zonula zu befürchten. Vergl. Iridektomie bei ringförmiger hinterer Synechie § 84.

§ 106. *c.* Ohne Zweifel giebt das Linsensystem häufig Anstoss zu Secundärglaukom.[1]) Zunächst durch Dislocation (bei uneröffneter Kapsel. Wir müssen annehmen, dass der Linsenkörper theils durch Dehnung und Zerrung der Zonula und der Ciliarfortsätze, theils durch Druck auf die Iris oder den Ciliarkörper secretorische Reizung anfacht. Diese erfolgt manchmal so wie beim *Glaukoma simplex*, manchmal unter remittirenden entzündlichen Erscheinungen (Iridokyklitis). Blosse Verschiebung (angeboren, traumatisch, nach Hornhautdurchbrüchen, nach Kyklitis mit theilweiser Dehnung oder Zerstörung der Zonula) wirkt eher nachtheilig, als völlige Isolirung; die sogenannten Wanderlinsen, wenn nicht verkalkt, erregen Secundärglaukom nur dann, wenn sie zeitweilig auf die Iris oder den Ciliarkörper drücken. Im Allgemeinen ist hier die Iridektomie der Extraction vorzuziehen, ausser wenn die Linse in der vordern Kammer liegt. Vergl. § 37. Bei der Extraction während des Bestandes von Drucksteigerung riskirt man Glaskörperverlust und starke innere Blutung. Narkosis ist dringend zu empfehlen. Man excidire die von der Linse am meisten bedrängte Partie. Der Einstich werde möglichst peripher gemacht, damit nicht Glaskörper in die Wunde trete, bevor man die Iris gefasst hat; sollte dies dennoch geschehen und die Iris durch Glaskörper von der Wunde abgedrängt werden, so kann man die Iris nur mit einem spitzen Irishäkchen hervorholen. Auf bleibenden Erfolg kann nicht mit Sicherheit gerechnet werden, weil die luxirte Linse neuerdings Anstoss zu Drucksteigerung geben kann. Man wird also die Extraction bald nachzuschicken haben.

Quellung der Linse nach Kapselverletzung führt nicht selten zu Sekundärglaukom und zwar eher bei Erwachsenen als bei Kindern, wo die Neigung zu Iritis und Kyklitis an sich geringer und die Sklera mehr nachgiebig ist. Bei älteren Personen wird schon eine mässige Linsenquellung bedenklich. Der nachtheilige Effect ist besonders von dem Drucke der Linse auf die Iris von hinten abzuleiten. Die Excavation erfolgt auch hier unter den Zufällen des einfachen oder unter denen des entzündlichen Glaukoms. Im Kindesalter soll man bei nachweisbarer Drucksteigerung mit dem operativen Eingriffe nicht zu rasch

---

1). Gräfe, A. f. O. IV. b. 146 und XV. c. 155.

bei der Hand sein, weil hier ein mässiger Druck leicht vertragen wird. So lange die Lichtperception central und peripher gut befunden wird und keine heftigen Zufälle (Schmerzen, Chemosis) hinzutreten, kann man sich auf Atropin, Eisumschläge etc. beschränken. Besonders achte man auf die Lage der Iris (Protrusion). Ist ein operativer Eingriff nöthig, so hat man zwischen Punction, Iridektomie und Extraction zu entscheiden. Wo die Linse nicht so durchweicht erscheint, dass man auf leichte und völlige Beseitigung rechnen kann, wo namentlich noch ein consistenter Kern vorhanden ist, schreite man zur Iridektomie. Die blosse Punction lässt wohl nur momentane Abwendung der Gefahr erwarten, kann aber in kurzen Zwischenräumen wiederholt werden und ist manchmal (bei Chemosis) das einzig gut ausführbare Verfahren. Vergl. *Disscissio cataractae.*

§ 107. *d.* Besondere Aufmerksamkeit verdient das Vorkommen von glaukomatösen Zufällen in hochgradig kurzsichtigen Augen, bei der sogenannten *Scleroticochoroiditis posterior,* während mittlere und geringe Grade eine gewisse Immunität gegen Glaukom zeigen. Obwohl dieses Vorkommen zumeist an das höhere Alter gebunden ist, sind doch Fälle bekannt[1]), in welchen nach erheblich entwickelter Myopie die glaukomatösen Zufälle zwischen dem 12. und 18. Lebensjahre (bei mehreren Geschwistern) erfolgten. Der glaukomatöse Zustand kann sich, wie Gräfe ausdrücklich betont, schon bei einfacher *Sklerektasia posterior* und dann meistens unter dem Bilde des *Glaukoma simplex* entwickeln; er kommt aber häufiger erst dann zu Stande, wenn sich bereits eine *Scleroticochoroiditis posterior* im engern Sinne des Wortes entwickelt hat, in der Mehrzahl unter dem Bilde der *Iridochoroiditis serosa* mit periodischen Kammerwassertrübungen und Ergüssen in den Glaskörper. »In allen diesen Fällen scheint die (nicht verspätete) Iridektomie den glaukomatösen Process allemal sistiren zu können. Nähert sich aber der Gesichtsfelddefect schon dem Fixirpuncte, so sieht man der Iridektomie zuweilen eine nicht unerhebliche und dann grösstentheils bleibende Verschlechterung der centralen Sehschärfe folgen.« l. c. 182.

§ 108. *e.* Nach vorausgehenden hämorrhagischen Netzhautprocessen[2]) entwickelt sich mitunter entweder ein exquisit entzündlicher Glaukomanfall oder zunächst allmähliche Spannungsvermehrung, zu welcher erst nach einer gewissen Zeit subacute oder acute entzündliche Anfälle hinzutreten. »Die therapeutische Seite dieser Krankheitsform ist leider nach meinen Erfahrungen eine überaus traurige.« Gräfe l. c. 191. (Ich kann diese Angabe leider nur bestätigen.)

---

1) Gräfe, A. f. O. XV. c. 175.
2) Von *Arteriosklerosis* Gräfe, bei *Morbus Bright.* Arlt.

III. Paracentesis bulbi (Punctio corneae, sklerae, retinae).

§ 109. **Die schnitt- oder stichweise Eröffnung des Bulbus**, um Kammerwasser (Exsudat, Extravasat) oder Glaskörper zu entleeren, wurde seit GALENUS[1]) an der Hornhaut, seit WOOLHOUSE[2]) an der Sclerotica vorgenommen. Man benutzte dazu eine breite Nadel, ein Scalpell, ein Staar- oder Lanzenmesser. Die Anzeigen zur Skleronyxis sind ungleich seltener, als die zur Keratonyxis. Zu dieser reichen ein Gräfe'sches Staar- und ein gerades oder gekrümmtes Lanzenmesser vollkommen aus. Die von DESMARRES angegebene Paracentesennadel — eine *schmale* Lanze mit einer querlaufenden Gräte, um tieferes Eindringen zu verhindern — ist eine leicht entbehrliche Bereicherung des Operationsetuis; sie schützt den Ungeübten nicht vor zu tiefem Eindringen, vor Verletzung der Kapsel (der Hauptgefahr).

§ 110. Der **Vorgang bei der Punction der Cornea** richtet sich nach der speciellen Anzeige dazu, weicht jedoch von dem ersten Acte der Iridektomie (§ 64 und 65) nicht wesentlich ab. Die Fixation des Kopfes, der Lider und des Bulbus ist hier nicht minder nothwendig, als bei der Iridektomie.

1. Die häufigste und dringendste Anzeige dazu geben eitrige Processe in der Hornhaut, an und für sich oder wegen Hinzutritt von Eiter *in* der Kammer.

Bei der mit Recht so gefürchteten acuten Bindehautblennorrhoe hat PATRIK MAC-GREGOR (1812 nach MAKENZIE) die Punction als eines der wirksamsten Mittel empfohlen, sobald Verschwärung in der Cornea weiter und weiter um sich greift. Die Entlastung der Cornea von dem Drucke scheint die noch unversehrten Partien vor der eitrigen Schmelzung zu sichern. Da sich jedoch in solchen Fällen die Oeffnung bald wieder schliesst, so muss die Wunde in Pausen von einigen Stunden gesprengt werden (wie beim Verfahren von SÄMISCH). Wegen der starken Chemosis lässt sich hier die Punction oft nur mit einer *gekrümmten* Lanze vornehmen, und zwar in der Mitte des Eiterheerdes oder etwas unterhalb desselben.

Bei anderweitig bedingten progressiven Hornhautgeschwüren ist das Verfahren von SÄMISCH vorzuziehen. Wenn jedoch ein Geschwür nicht sowohl durch Progression als vielmehr durch Hervortreibung des Geschwürsgrundes gefährlich wird (*Keratektasia ex ulcere* droht), punctirt man nach GRÄFE's Rath am besten an der dünnsten Stelle, sofern dabei Verletzung der Kapsel sicher vermieden werden kann; ausserdem wird die Wunde an der Corneoskleralgrenze oder noch im Bereiche der Cornea gebildet und nöthigenfalls wiederholt gesprengt.

SÄMISCH[3]) hat unter dem Namen *Ulcus corneae serpens* mehrere Formen von Abscessen und Geschwüren, welche sehr oft Hypopium im Gefolge

1) De meth. medendi L. XIV. Cap. 28.
2) MAUCHART, De parac. oculi. Tubing. 1744.
3) Monographie. 1869.

haben, zusammen gefasst und dagegen folgendes Verfahren angegeben. Sobald constatirt ist[1]), dass der ulceröse Process noch nicht zum Stillstande gekommen ist, wird die Durchtrennung des gesammten Geschwürsgrundes gemacht. Meist ohne Narkosis wird bei gut fixirtem Bulbus das Gräfe'sche Staarmesser an dem einen Rande des Geschwüres noch in normalem Hornhautgewebe dicht hinter der Geschwürsfläche in der Kammer vorgeschoben und zu dem entgegengesetzten Rande weiter geführt, so dass die Contrapunction womöglich wieder in normales Gewebe fällt. Dann wird, ohne Fixation, in kleinen langsamen Zügen die Schneide gerade nach vorn vorgeschoben, die infiltrirte Partie mitten durchtrennt, oder doch nicht weit von der Mitte. Der *Humor aqueus* soll langsam abfliessen. Der Eiter in der Kammer wird nicht absichtlich entfernt, sondern der Resorption überlassen. Eine Stunde ruhige Rückenlage, dann Atropin, 4—8 mal täglich wiederholt. Schutzverband. Weiterhin wird täglich 1 mal, nie öfter, bis zur Reparation des Geschwüres die Wiedereröffnung mit dem Gräfe'schen Staar- oder mit dem Weber'schen Thränensackmesser wiederholt. Die Wiedereröffnung wurde verschieden oft nöthig (1 bis 8 mal). Die Behandlung dauerte durchschnittlich 4—5 Wochen. In 42 Fällen von 50 wurde mit der ersten Spaltung schon Stillstand des Eiterungsprocesses herbei geführt. Die Resultate, nur 4% Verlust, waren ungleich günstiger als bei andern Methoden, speciell bei der gegen dasselbe Uebel geübten Iridektomie (nach Gräfe) und bei der besonders von A. Weber[2]) wesentlich verbesserten Function mit gleichzeitiger Eröffnung des Hornhautabscesses, wobei der Einstich an der untersten Stelle des Abscesses vorgenommen wird. Die von St. Yves[3]) nach stichweiser Eröffnung der Kammer wegen Hypopium geübte Einspritzung von lauem Wasser ist verlassen worden, seit man erfahren hatte, dass Residuen von Eiter in der Kammer nach Abfluss von Kammerwasser spontan resorbirt werden.

2. Gegen Keratokonus und gegen Keratoglobus hat sich selbst die wiederholte Punction als nutzlos erwiesen; sie nützt dagegen nicht selten bei Hornhautstaphylomen während der Zeit, wo man dieselben füglich noch als in Ueberhäutung begriffene Irisvorfälle betrachten kann. Führt man in diesem Stadium ein Staarmesser schräg durch und so, dass man nicht eine lineare, sondern eine kleine Lappenwunde bildet, so kann dann das den Prolapsus überkleidende Narbengewebe hinreichende Festigkeit erlangen, bevor sich diese Oeffnung schliesst und das Kammerwasser neuerdings auf die Iris und Pseudomembran drückt. Vergl. § 117.

Bowman hat 1869[4]) kleine trepanartige Instrumente (Trephines) angegeben, um ein rundes Stückchen von bestimmter Grösse (3 Mm. und mehr) aus der Spitze eines Keratokonus auszuschneiden. Er wurde hierzu geführt durch die Beobachtung langer Irritationszustände in Folge der Gräfe'schen Behandlung (vide § 127). Durch die Excision beliebig grosser Stücke erhielt er bessere Wölbungsverhältnisse, jedoch nicht selten auch

1) Nieden in Kapp's Archiv II. b.
2) A. f. O. VIII. a. 322.
3) Traité des mal. des yeux. Paris 1722.
4) Ann. d'ocul. 1872. Londoner augenärztl. Versammlung und Diseases of the eye by Soelberg Wels 3. Edit.

vordere Synechien. Diese zu verhüten, operirt er jetzt (SATTLER's mündl. Mittheilung) so, dass er die Trephine nicht durch die ganze Dicke der Hornhaut dringen lässt, sondern nur bis nahe an die Descemet'sche Haut, das Scheibchen mit einer Pincette fasst und mit einem lanzenförmigen Messerchen ablöst. Der dünne Grund, der sich nun herniaförmig vorbaucht, wird sodann im Centrum punctirt, und diese Punction muss in der Regel in Zwischenräumen von 3—4 Tagen durch 2—3 Wochen wiederholt werden. Besserung erfolgt noch durch mehrere Wochen, bis der Vernarbungsprocess seinen Abschluss gefunden hat. BOWMAN empfiehlt diese Operation hauptsächlich für frühere Stadien des Processes, da sie nur geringe Reaction zur Folge hat, demnach auch bei noch geringer Sehstörung nicht gewagt erscheint. In einem der 2 hier oper. Fälle war der Erfolg sehr günstig.

Später (1872) haben WECKER[1]) und WARLOMONT Trepane angegeben, welche im Allgemeinen nach dem Principe der Heurteloups gebaut sind, und wo der cylindrische schneidende Theil auf den Druck einer Feder vorspringt. Es wird dadurch augenblicklich eine runde Scheibe aus der ganzen Dicke der Cornea ausgeschnitten. WECKER empfiehlt diesen Trepan auch für partielle Staphylome (vergl. § 119) und in Fällen von totalen Leukomen, namentlich wenn man erwarten kann, dass die Linse fehlt; der Zweck ist hier eine bleibende Fistel zu erzeugen.

BADER excidirt bei Keratokonus ein kleines elliptisches Stück gegenüber der Pupille; die Wunde soll rasch heilen, aber auch leicht zu ausgedehnter vorderer Synechie und deren Gefahren führen. Dasselbe hat STELLWAG[2]) empfohlen. Nach WECKER könnte man bei Keratokonus erst die Wölbung durch den Trepan reduciren, dann die centrale Narbe durch Tätowirung maskiren, schliesslich die Pupille durch Spaltung des Sphinkters nach einer Seite hin dislociren. (Vergl. § 78 und 130.)

3. Bei Hydromeningitis (eigentlich Iridokyklitis) mit reichlichem Exsudate in der vordern Kammer ist die Punction von WARDROP[3]) als eines der wirksamsten Mittel empfohlen worden. Doch scheint sie gegenwärtig, weil meistens entbehrlich, hier nur selten verwendet zu werden.

4. Dass sie bei Glaukoma keinen bleibenden Nutzen gewährt und daher nur behufs momentaner Herabsetzung des Druckes noch Anwendung finden kann, ist gegenwärtig wohl hinreichend festgestellt. Vergl. § 94 und 98.

5. Zur Hemmung oder Rückbildung beginnender Cataracta ist in neuerer Zeit von SPERINO[4]), die schon von LE HOC[5]) zu gleichem Zwecke versuchte, oft wiederholte Abzapfung des Kammerwassers empfohlen worden, wohl ohne Erfolg.

CORNUTI[6]) hat eine sehr eingehende Abhandlung über diesen Gegenstand geschrieben.[7]

Nach Eröffnung der Kapsel jedoch (nach Disscission, zufälligen Verletzungen) kann die Punction, wenn Gründe gegen die Iridektomie oder gegen die Extraction sprechen, das beste Mittel sein, der Drucksteigerung abzuhelfen und die Resorption der Linse zu beschleunigen. Vergl. Disscission. § 58. (WERNEK.)

---

1) Wiener medic. Wochenschr. und Ann. d'ocul. T. LXVIII. 137.
2) 4. Aufl. p. 139.
3) Medico-Chir. Transact. IV. Vol.
4) Etudes clin. sur l'evacuation repetée de l'hum. aq. Turin 1862, Zeh. klin. Mor 1863. p. 87.
5) Paris 1740, Haller's disp. chir. Vol. II.
6) De la parac. de l'oeil in Ann. d'ocul. T. XLIV. 61.
7) SPERINO's Abhandlung ist excerpirt in Ann. d'ocul. XLVIII. 198.

§ 111. **Die Punction der Sklera,** laut MAKENZIE [1]) von WOOLHOUSE bei Hydrophthalmus, dann von MAKENZIE [2]) gegen Glaukoma behufs Entleerung von etwas (verflüssigtem) Glaskörper geübt, später jedoch als nicht ausreichend verlassen, ist von Dr. KITTEL [3]) und von mir bei Fällen frischer Netzhautabhebung mit günstigem Erfolge ausgeführt worden. Nach Abfluss der Flüssigkeit durch die Sklero-choroidealwunde legte sich die Netzhaut bleibend wieder an die Choroidea an. In neuester Zeit hat sich WECKER [4]) wieder für dieses schon von SICHEL [5]) bei Netzhautabhebung geübte Verfahren erklärt, um die subretinale Flüssigkeit nach aussen zu entleeren und den Glaskörper nicht (direct) zu verletzen, wie dies bei der *Punctio retinae* (§ 112) geschieht.

Diese Operation bahnt uns auch bisweilen den Weg zur Extraction fremder Körper aus dem Glaskörperraume. Sie wird endlich seit VELPEAU [6]) bei massenhafter Eiteransammlung im Glaskörper (Panophthalmitis) zur Linderung der Schmerzen in ausgiebiger Weise vorgenommen.

§ 112. **Die Punction der Retina,** von GRÄFE [7]) 1857 in Vorschlag gebracht, besteht in der stich- resp. schnittweisen Durchbohrung einer durch seröse Flüssigkeit von der Aderhaut abgehobenen Partie der Netzhaut, um (durch Setzung einer längere Zeit persistirenden Communication zwischen dem mehr weniger veränderten Glaskörper und dem subretinalen Ergusse) Wiederanlegung der Netzhaut an die Choroidea, resp. Wiederherstellung der Functionsfähigkeit zu erzielen. Sie unterscheidet sich demnach von der im § 111 besprochenen einfachen Skleralpunction dadurch, dass nicht bloss die Sklera und Choroidea, sondern auch die Netzhaut durchbohrt und dadurch, dass nichts von dem Inhalte des Bulbus entleert wird.

§ 113. **Operation.** Nachdem man sich über die Lage und Ausdehnung der abgelösten Partie möglichst genau orientirt und die Pupille ad maximum erweitert hat, steche man unter Fixation des Bulbus eine feine sichelförmige Disscissionsnadel (T. I, Fig. 8) etwas vor dem zackigen Ende der Netzhaut, also circa 6 Mm. hinter dem Hornhautrande und in dem Meridiane, welcher ungefähr der Mitte der Abhebung entspricht, senkrecht ein — wie behufs der Reclination — und stosse sie so weit gegen das Centrum des Glaskörpers, nöthigenfalls auch etwas tiefer vor, dass man sicher sein kann, bei der darauf folgenden Hebung des Heftes die abgelöste Partie mit der zur Netzhaut gewendeten Spitze zu treffen. Sobald man dies erreicht zu haben glauben darf — genaue Einsicht ist nicht immer möglich — werde die Nadel unter leichtem Andrücken gegen die Netzhaut nach der Einstichsstelle zurückgezogen, somit die Netzhaut mehr schnitt- als druckweise in meridionaler Richtung von hinten nach

---

1) Pract. Abh., deutsch, Weimar 1832.
2) l. c. p. 689.
3) Wiener allg. medic. Zeitschr. 1860. Nr. 22.
4) Traité des mal. du fond de l'oeil et atlas d'ophthalmoscopie. Paris et Vienne 1870.
5) Clinique europ. 1850. Nr. 29.
6) Nouveaux élémens de méd. operat. Paris 1839.
7) A. f. O. IX. b. 85.

vorn durchtrennt. Gräfe bediente sich zur Durchschneidung der Netzhaut »von vorn nach hinten« einer eigens dazu gefertigten Disscissionsnadel, deren Blatt jedoch lang und mit zwei sehr scharfen Schneiden versehen ist. »Die Nadel kann bis zu einer kugelförmigen Marke 17 Mm. tief eingestossen werden; zum Einstich wird am besten ein Punct der äussern Bulbushemisphäre benützt, wenn nicht die Lage der Netzhautablösung es anders gebietet, und zwar entsprechend dem Meridian, in welchem die Ablösung statt findet; man dringe (nach Gräfe) 9—11 Mm. hinter dem Hornhautrande fast senkrecht in den Glaskörperraum, durchschnittlich 13 Mm. vor und führe dann die eine Schneide gegen die Netzhaut, indem man zuerst durch eine einfache Hebelbewegung um den Einstichspunct die Spitze dem Augenhintergrund zuwendet, dann aber die Fortsetzung dieser Bewegung mit gleichzeitigem Zurückziehen der Nadel combinirt.« Bowman[1]) bediente sich zur Zerschneidung manchmal zweier Nadeln ähnlich denen, die er zur Disscission von Kapselnachstaaren gebraucht. Er sticht die Nadeln an zwei verschiedenen Puncten im Bereiche der Ablösung ein, und gelangt vorerst in das subretinale Fluidum, das sich nachher zum Theile nach aussen entleert; die Netzhaut soll dann in ähnlicher Weise wie die Kapsel beim Nachstaare eingeschnitten werden.

A. Weber zeigte mir im September 1873 ein Instrument zur *Punctio retinae*, welches er seit mehreren Jahren in geeigneten Fällen verwendet. Dasselbe ähnelt einer Pravaz-schen Spritze mit einem vorn äusserst feinen Ansatzrohre, an welches etwa 4—5 Mm. hinter der Oeffnung ein zweites Röhrchen so angelöthet ist, dass beide zusammen eine vorn dünne, hinten etwas dickere Nadel bilden. Diese wird von einer der Ablösung entsprechenden Stelle aus durch die Sklera in den subretinalen Raum und mit dem vordersten (4—5 Mm. langen) Theile bis in den Glaskörper eingestochen. Das kürzere, in den subretinalen Raum mündende Röhrchen hat die Bestimmung, die daselbst angesammelte Flüssigkeit herauszuleiten; durch das längere Rohr kann Flüssigkeit in den Glaskörper eingebracht werden, um die subretinale Flüssigkeit herauszudrängen. — Eine authentische Mittheilung über dieses Verfahren und seine Resultate ist sehr zu wünschen.

§ 114. **Nach der Operation** soll der Kranke, beide Augen verbunden, sich ungefähr wie ein Extrahirter verhalten, namentlich am ersten Tage ruhige Rückenlage beobachten. Die ophthalmoskopische Untersuchung rücksichtlich des Effectes finde lieber später als früher statt. Gräfe legt ophthalmoskopisch das grösste Gewicht auf den Collapsus der Netzhaut, und auf eine eigenthümliche Form von Glaskörpertrübung, welche dem Austritte des subretinalen Fluidums zu folgen scheint. »Beweisend ist natürlich das Sichtbarwerden eines früher nicht vorhandenen Netzhautschlitzes, allein dies tritt bei weitem nicht in allen positiven Fällen hervor; die Oeffnung kann theils in eine durch ihre Lage verdeckte, resp. äussert verkürzte Stelle fallen, theils kann ein kleiner Schlitz nach dem Zurücksinken der Netzhaut vollends collabiren, theils auch kann die Glaskörpertrübung uns an einer feinern Beurtheilung hindern.«

Die Prüfung der Function möchte wohl kaum vor Ablauf von 8 Tagen zulässig sein. Muss der Nichterfolg darauf bezogen werden, dass die Netzhaut gar

1) Ophth. hosp. rep. IV. 1864. Mai und Ann. d'ocul. T. LII. 222.

nicht oder ungenügend durchschnitten wurde, oder dass die Oeffnung sich zu bald wieder geschlossen hat, so darf man — nach GRÄFE — die Operation wiederholen, sobald sich das Auge hinreichend von den Folgen des ersten Eingriffes erholt hat.

§ 115. **Leistung.** GRÄFE hielt den Eingriff für ungefährlich (l. c. p. 100). »Am meisten dazu aufgefordert finde ich mich jetzt in frischeren Fällen einseitiger Netzhautablösung.« »Sodann kann davon Gebrauch gemacht werden, wenn eine ältere doppelseitige Ablösung auf beiden Augen mit gleicher oder auf dem einen mit etwas grösserer Functionstörung besteht.« »Wo nur ein Auge vorhanden und noch halbwegs brauchbar ist, habe ich mich zu dem Vorschlage eines operativen Eingriffes nicht entschliessen können. Nur da, wo die Patienten nicht mehr allein gehen können und auf jedwede Chance hin einen derartigen Versuch als letztes Hilfsmittel herbeiwünschen, habe ich mich zur Operation anschicken zu dürfen geglaubt.«

Spätere Erfahrungen [1]) haben gezeigt, dass der Eingriff nicht selten nur transitorischen Nutzen bringt, mitunter aber auch diffuse Glaskörpertrübung mit weit verbreiteter Bindegewebsmetamorphose, ja selbst heftige Iridokyklitis mit Verlust des Auges (ein Fall von mir) zur Folge hatte, abgesehen davon, dass er in zahlreichen Fällen, wo die Beschaffenheit der abgelösten Partie Nutzen erwarten liess, diesen nicht brachte. Trotzdem liegen verlässliche Beobachtungen ausgezeichneten Erfolges vor (ich selbst habe deren zwei aufzuweisen) und kann gegenwärtig wohl noch kein endgiltiges Urtheil über den Werth und die Zulässigkeit dieser Operation abgegeben werden. Ich muss hier auch bemerken, dass ich wiederholt in nicht frischen Fällen nach ruhiger Lage im Bette bei verschlossenen Augen in so kurzer Zeit Wiederanlegung der Netzhaut beobachtet habe (in 8—14 Tagen), dass ich diese als Folge der Behandlung aufzufassen eingeladen war. SECONDI [2]) beobachtete Heilung eines Falles durch 5¼ Jahre nach der Punction. Die Ablösung hatte bei einem 68jährigen Manne 6 Wochen lang bestanden; in der obern Hälfte des Gesichtsfeldes bestand noch quantitative Lichtempfindung, in der untern war die Perception durch einen Nebel gestört. Der Augenspiegel zeigte ausser der Netzhautabhebung noch kleine Glaskörpertrübungen. SECONDI sieht die Bedingungen dieses günstigen und dauernden Erfolges in dem Umstande, dass tiefere Veränderungen der Retina, namentlich Atrophie derselben und völlige Blindheit vor der Operation fehlten, dass die Netzhautablösung frisch war, umschrieben und hervorgebracht durch eine halbdurchsichtige Flüssigkeit.

Nach GALEZOWSKI [3]) soll die Iridektomie zum Aufhalten, selbst zum Rückbilden der Netzhautabhebung mehr leisten, als die Punction der Netzhaut.

---

1) HIRSCHMANN, Klin. Monatsbl. 1866. August; HASNER, Prager Vierteljahrschr. 93. B. Anal. p. 75.

2) Caso di guarigione permanente di distacco retinico per mezzo della divisione artificiale della retina, Giorn. d'oftalm., citirt in NAGEL's Jahresbericht 1872 p. 345.

3) Ann. d'ocul. LXIX. 179.

IV. Operationen bei Hornhautstaphylom.

§ 116. Da unter dem Namen Hornhautstaphylom noch immer anatomisch und genetisch verschiedene Zustände zusammengefasst werden, so muss ich vor allem betonen, dass ich der ursprünglichen Terminologie entsprechend nur jene kugel- oder kegelförmigen Ausbuchtungen an der Cornea als Staphylome bezeichne, welche mehr weniger die Form einer Beere darbieten, deren Wand ganz oder vorwaltend aus Narbengewebe (an Stelle des Cornealgewebes) und aus rareficirter Iris besteht, und deren Inhalt ausschliesslich oder hauptsächlich Kammerwasser bildet, wenn gleich manchmal darin auch die Linse (ganz oder rudimentär) oder Glaskörper und daneben Reste von Blutextravasaten oder Entzündungsproducten enthalten sein können.

Der Operateur hat zunächst zu unterscheiden, ob das Staphylom ein partielles oder ein totales sei, wie sich die Leitungsfähigkeit der Netzhaut (im Centrum, an der Peripherie) verhalte, und ob die Wandungen dick oder dünn seien. Wichtig für die Prognosis und für die Wahl des operativen Eingriffes ist auch die freilich selten bestimmbare Lage der Linse und das Verhalten der Sklera (partielle, allgemeine Ektasie derselben).

Beim totalen Staph. kann von Wiederherstellung der Function des Auges niemals die Rede sein, selbst wenn ein bis 2 Mm. breiter Saum von Cornea noch gestattet, Iris zu sehen, wie dies namentlich beim konischen Totalstaphylome statt zu finden pflegt. Es kann da nur die Frage sein, ob man bloss die Ektasie zu beseitigen oder den ganzen Bulbus zu enucleiren habe, um die Entstellung oder lästige Zufälle zu beheben.

Beim partiellen ist die Erhaltung oder Wiederherstellung der Function (so weit als möglich) anzustreben, falls die Netzhaut, wenn auch nur theilweise, die Möglichkeit dazu bietet. Die Enucleation könnte nur dann angezeigt erscheinen, wenn bei amaurotischer Erblindung keine Aussicht vorhanden wäre, die Ektasie durch Iridektomie rückgängig zu machen, oder wenn drohende sympathische Erkrankung des zweiten Auges eine schnelle und sichere Beseitigung der Reizzufälle erheischte.

§ 117. **Operationsverfahren.** *a.* Die Incision oder Spaltung verspricht nur dann einen bleibenden Erfolg, wenn das Staphylom im Entstehen begriffen ist. Wenn die Iris, in grösserem Umfange (über 4 Mm. Durchmesser) blossgelegt, eine kugelige Vorwölbung bildet (an der Basis eingeschnürt) oder wenn die angrenzende Partie der Hornhaut (wegen oberflächlicher Zerstörung oder wegen entzündlicher Erweichung) dachförmig aufsteigt, dann kann trotz Abhaltung alles dessen, was die Vis a tergo steigern kann, und trotz Schutz- oder Druckverbandes nicht mehr auf die Bildung einer flachen Narbe gerechnet werden. Bisweilen gelingt es dadurch, dass man mit einem Staarmesser flach durch die vorgebauchte Iris durchfährt, dann die eben genannte Behandlung fortsetzt, und diesen Einstich sammt Nachbehandlung bei neuerlichem Auftauchen der Hervordrängung wiederholt, die Staphylombildung zu verhindern. Wo ein partielles Staphylom im Anzuge ist, erweist sich die Iridektomie als ein sicherer zum Ziele führendes Verfahren.

§ 118. *b.* Die Excision, gleichfalls bei gut fixirtem Bulbus und ohne Elevateur auszuführen, wird dadurch bewirkt, dass man mit dem flach durchgeführten Staarmesser einen kleinen Lappen bildet und diesen mittelst Pincette und Scheere abträgt. Die elliptische Wunde schliesst sich durch allmähliche Verklebung, und bevor ein fester Abfluss erfolgt, hat das die Iris überkleidende Narbengewebe so viel Festigkeit erlangt, dass es weiterhin der Vis a tergo widersteht. Diese Methode, allerdings auch bei partiellen Staphylomen im Werden zulässig, doch besser durch Iridektomie ersetzt, erweist sich insbesondere bei Totalstaphylomen als willkommen, welche wegen Dünnheit der Wandung noch mehr weniger dunkel aussehen, namentlich bei dem sogenannten *Staph. racemosum*, welches nichts anderes ist, als ein *Prolapsus iridis*, der vorläufig nur stellenweise von dickeren Bindegewebesträngen überbrückt und netz- oder gitterförmig eingeschnürt ist.

§ 119. *c.* Die Iridektomie ist nur bei Vorhandensein vorderer Kammer (wenn auch in geringem Umfange und in geringer Tiefe), demnach nur bei partiellem Staphylome ausführbar. Wenn der Theil der Hornhaut, hinter welchem noch vordere Kammer vorhanden ist, dachförmig aufsteigt, ist die Prognosis bezüglich der angestrebten Verstreichung der Ektasie im Allgemeinen weniger günstig. Wenn die Ektasie mit breiterer Basis (über 6 Mm.) aufsitzt und mit dieser irgendwo bis in den Skleralbord reicht, hat man Grund, Schiefstellung der Linse und deshalb Unzulänglichkeit auch eines breiten und tiefen Coloboms zu besorgen. Wenn durch ein Partialstaphylom bloss eine und die andere circumscripte Ektasie der Sklera eingeleitet ist, kann man von ausgiebiger Iridektomie noch Rückbildung der Corneal- und der Skleralektasie erwarten, namentlich falls die Wandung des Cornealstaphyloms noch nicht sehr dick und dicht ist; bei ausgebreitetem Intercalar- oder Skleralstaphylom (über dem Ciliarkörper) steht Dehnung oder Zerstörung der Zonula, somit Erfolglosigkeit der Iridektomie zu befürchten.

Himly[1]) bemerkt, dass die Pupillenbildung (Iridektomie) bei partiellen Hornhautstaphylomen nicht blos um den Lichtstrahlen Zugang zur Netzhaut zu verschaffen geübt wurde, sondern dass nach Beer[2]), Rosas, Heiberg und Flarer diese Operation zuweilen auch auf das Staphylom vortheilhaft einwirkte. Chelius jun.[3]) erklärt entschieden, dass man beim partiellen Staphylom eine künstliche Pupille anlegen solle, wenn dies überhaupt mechanisch ausführbar sei. »Dadurch werde das partielle Staphylom in eine einfache Synechie verwandelt, jede Weiterentwicklung verhütet.«

Wecker (vergl. § 110) nimmt, wenn die Iridektomie nicht zur Involution eines partiellen Staphyloms geführt hat, an der ektatischen Partie die Trepanation vor, und hat (nach Dr. Sattler's Bericht) günstige Erfolge hiervon aufzuweisen.

§ 120. *d.* Die Abtragung *α.* ohne nachfolgende Naht. Sie wird beim partiellen Staph. nur dann nöthig, wenn die Iridektomie nicht zur Abflachung ge-

---

1) Krankh. 1843. b. 69.
2) Ansicht der staphyl. Metamorph. des Auges, Wien 1806 p. 43.
3) Staphyl. der Hornhaut, Heidelberg 1847 p. 48.

führt hat, sei es wegen zu dicker und dichter Beschaffenheit der Wandung, sei es wegen fortdauernder Reizung durch Schiefstellung oder Verschiebung der Linse. In letzterem Falle dient die Abtragung zugleich als Voract zur Eröffnung der Kapsel und Beseitigung der Linse. Sie ist nur dann contraindicirt, wenn etwa vorhandene Drucksteigerung durch die mehrere Wochen vorher geübte Iridektomie nicht herabgesetzt werden konnte. Vergl. § 121.

Die Abtragung des Totalstaphyloms, schon früher in verschiedener Weise vorgenommen, wird seit Beer gewöhnlich nach dessen Methode geübt. Der Kranke soll liegen. Der Assistent fixirt den Kopf und die Lider. Elevateur und Chloroform sind zu meiden. Der Operateur führt ein Beer'sches Staarmesser durch die untere Hälfte der Basis des Staphyloms, wie bei der Extraction mit Bogenschnitt. Bevor der Schnitt ganz beendet ist, lässt der Assistent das obere Lid leicht herabgleiten. Der Patient soll dabei nicht kneipen, nicht den Athem anhalten. Nach einer kleinen Pause wird der Patient angewiesen, das Auge zu öffnen, und in demselben Momente beginnt der Assistent wieder das obere Lid einfach emporzuziehen, der Operateur fasst den Lappen mit einer Blömer'schen Pincette und trägt die entartete Partie, ohne sie stark anzuziehen, in 2—3 Scheerenschlägen ab. Das Auge wird sofort wieder leicht geschlossen. Führt man, wie Einige thun, den Messerschnitt nach oben, so setzt man das Auge mehr der Gefahr einer Zerrung aus, wenigstens wenn man ohne Narkosis operirt.

Wenn die Wandung über 1,5 Mm. dick und knorpelartig hart ist, soll sie bis nahe an den Skleralbord abgetragen werden; ist sie dünn und weich, oder ist noch ein merklicher Saum ziemlich normaler Hornhautsubstanz vorhanden, so kann man ohne Nachtheil einen breiten Saum stehen lassen (Excision nach Celsus, Scarpa). Man kann den Bulbus wie bei der Staaroperation fixiren oder indem man ein stärkeres spitzes Häkchen (Beer oder eine Blömer'sche Pincette mit stark vorspringenden Widerhaken (Chelius) in das Staphylom einpflanzt. Oft habe ich es vorgezogen, während des Schnittes mit dem Messer das obere Lid mit dem Daumen der zweiten Hand zu fixiren, um dasselbe zu rechter Zeit wieder herabgleiten zu lassen.

Wenn das Staphylom nicht hart bis an die Sklera abgetragen werden musste, und wenn die Linse nicht in das Niveau des Wundrandes vorgedrängt erscheint, kann man wohl die Operation als beendet betrachten; sicherer ist aber in jedem Falle, jetzt noch die vordere Kapsel kreuzweise zu schlitzen und die Linse austreten zu lassen. Die Wundränder nähern sich dann einander früher, und man ist sicherer vor neuerlicher Ektasie des die Lücke allmählich ausfüllenden Narbengewebes. Beer[1]) suchte die Linse zu erhalten und liess deshalb auch nachher das zweite Auge geschlossen halten. »Bis jetzt habe ich diese Operation 102 mal an Lebenden verrichtet, und nur 3 mal traten so böse Zufälle ein, dass es unmöglich war, das Auge zu retten.« Beer schreibt es dem unruhigen Verhalten der Patienten nach der Operation zu, dass Vereiterung eintrat.

Durch 2—3 Tage werden beide Augen unter Schlussverband gehalten, und nur bei besonderen Zufällen früher geöffnet. Das operirte Auge bleibt durchschnittlich 6—8 Tage unter Verband, weil bis dahin die Narbe nicht hinreichend

---

1) Staphylom. Metam. p. 78.

fest zu sein pflegt. Zeigt sich alsdann noch eine Vorwölbung wegen nicht entfernter Linse, so ist diese nachträglich herauszulassen. Das Verhalten der Kranken werde mindestens so streng wie nach der Lappenextraction überwacht. Sprengung der Wunde kann nicht nur Glaskörperverlust, sondern auch Panophthalmitis zur Folge haben.

§ 121. **Verwendbarkeit.** Unsicher ist dieses Verfahren, sobald nicht die nöthige Ruhe bei und nach der Operation erwartet werden kann. Wenn die Chloroform- oder Aethernarkose Erbrechen zur Folge hat, kann wohl gänzlicher Verlust des Glaskörpers erfolgen. Mit Lustgas würde sich diese Gefahr beseitigen lassen.

Die totale, ja selbst die partielle Abtragung ist gefährlich, sobald das Auge in Folge von Drucksteigerung amaurotisch geworden ist. Schon Beer hat vor der Operation gewarnt, wenn die Zeichen vorhanden sind, die er auf Cirsophthalmie bezog und die wir heutzutage als Secundärglaucom bezeichnen würden. Wenn nicht bei, so doch nach der Operation bersten die Venen an der Aussenseite der Choroidea und durch das Blut werden Ader- und Netzhaut gegen und in die Oeffnung des Bulbus gedrängt, unter wüthenden Schmerzen; diese und die Blutung können meistens nur durch Abschneiden der aus der Wunde vorgedrängten Uvea gestillt werden. Darauf folgt Panophthalmitis. In solchen Fällen soll man gleich von vornherein auf die Enucleation des Bulbus antragen.

§ 122. *β*. **Die Abtragung mit nachfolgender Naht.** Critchett[1]) kam auf den originellen Gedanken, die durch Abtragung gesetzte Wunde durch Fäden zu vereinigen, demnach die hierzu nöthigen halbkreisförmig gebogenen und mit dünnen Seidenfäden versehenen Nadeln (4—5) schon vor der Abtragung an den geeigneten Stellen hinter der Basis des Staphyloms durchzuführen. Der Kranke muss narkotisirt, die Lider müssen durch einen Elevateur weit auseinander gehalten werden. Die Basis des Abzutragenden soll elliptisch sein, mit horizontaler Längsachse, um eine horizontale lineäre Narbe zu erzielen. Nach dieser Form und nach dem Durchmesser, welche man der zu bildenden Lücke zu geben hat, richtet sich die Wahl der Ein- und Ausstichsstellen der Nadeln, welche nach Critchett senkrecht von oben her und in der Regel noch im Skleralborde durchgeführt werden. Die Abtragung wird mit einem Einstiche in die Sklera (an der Nasen- oder an der Schläfenseite) begonnen, etwa 2 Mm. weit vom Hornhautrande, mittelst Scheere und Pincette durchgeführt und unter Bildung eines spitzen Winkels beendet. Sofort wird eine Nadel nach der andern durchgezogen und jeder Faden in einen Knoten geschürzt. Die Schnittränder der Sklera und Conjunctiva sollen möglichst mit einander vereinigt werden. Der Verband besteht in der Anwendung nasser Leinenflecke, um die Theile kühl zu halten. »Die Operation, in circa 30 Fällen angewendet, hatte nur in 4 Fällen Eiterung, sonst immer Vereinigung per primam zur Folge. Gewöhnlich werden die Fäden (feine

1) Ophth. Hosp. Rep. Vol. IV. p. 1. 1863, deutsch von Soelberg-Wels in Zeh. klin. Mon. 1864.

führt hat, sei es wegen zu dicker und dichter Beschaffenheit der
wegen fortdauernder Reizung durch Schiefstellung oder Versch
letzterem Falle dient die Abtragung zugleich als Voract zu
und Beseitigung der Linse. Sie ist nur dann contrai
handene Drucksteigerung durch die mehrere Wochen
nicht herabgesetzt werden konnte. Vergl. § 121.

Die Abtragung des Totalstaphylo
dener Weise vorgenommen, wird seit Beer
geübt. Der Kranke soll liegen. Der Assis
Elevateur und Chloroform sind zu meiden
Staarmesser durch die untere Hälfte der
traction mit Bogenschnitt. Bevor der
das obere Lid leicht herabgleiten.
den Athem anhalten. Nach eine
das Auge zu öffnen, und in d
das obere Lid einfach emporz
Blömer'schen Pincette und
in 2—3 Scheerenschläger
Führt man, wie Einige
mehr der Gefahr eine

Wenn die Wan
an den Skleralbor ... nde.
licher Saum zier ... iters die Nadeln so weit hinten
einen breiten ... mitte des Bulbus soviel ab, dass die Ciliarfortsätze
wie bei der ... n (beinahe halbe Abkappung des Bulbus).
oder eine ... cher gleichfalls den Schnitt bis in den Skleralbord verlegt, um eine ellip-
Staphyl ... ffnung zu erhalten, sucht diese mittelst Fäden, welche oben und unten durch
das o ... Conjunctiva, nicht sogleich durch die Sclerotica geführt werden, zu schliessen. Er
Zei ... braucht demgemäss nur 2 Nadeln und 2 lange Fäden. Etwa 3 Mm. oberhalb der Corneoskleralgrenze und etwas nasenwärts vom verticalen Meridian wird eine Nadel in die Bindehaut eingestochen, dicht an der Sklera 4—5 Mm. weit nasenwärts vorgeschoben und ausgestochen. Dieselbe Nadel wird nun unterhalb der Cornea, correspondirend dem Ausstichspuncte oben, wieder unter die Bindehaut versenkt, 4—5 Mm. schläfenwärts vorgeschoben, und bevor sie noch den verticalen Meridian erreicht, ausgestochen. Die beiden Fadenenden werden nach oben und unten, das freiliegende Mittelstück wird gegen die Nase hin zurückgeschlagen. Ganz in symmetrischer Weise wird an der Schläfenseite eine Fadenschlinge durch die *Conj. bulbi* ober- und unterhalb der Cornea eingezogen und vorläufig zurückgeschlagen. Ist dann die Abtragung nach Critchett vollendet und die Linse nach Schlitzung der Kapsel entfernt, so werden zunächst die Enden des innern Fadens angezogen, bis sich der freie Theil der Schlinge straff über das innere Ende der Wunde legt, und sofort oben oder unten geknüpft, so dass jetzt der nahezu über die Mitte der Wunde streichende Faden die Wundränder nahe oder ganz aneinander bringt und zugleich von vornher stützt. Indem man ganz in derselben Weise mit dem 2. Faden verfährt, wird die Wunde nahezu völlig geschlossen. Ich habe diese Methode noch nicht geübt. Wecker[3] hat Knapp's Verfahren dadurch modificirt, dass er die Bindehaut nahe am Horn-

1) Lehrb. 1870. p. 151.
2) A. f. O. XIV. a. 273.
3) Ann. d'ocul. T. LXIX. 51.

'ngsum durchtrennt und bis gegen den Aequator hin von der Sclerotica ab-
uf 4 Suturen einlegt, von denen 2 gegen die Nase, 2 gegen die Schläfe zu-
werden. Um nun das Staphylom abzutragen spaltet er dasselbe horizontal
d trägt die beiden Lappen knapp am Hornhautrande mittelst Pincette
Nach Entfernung der Linse werden die Suturen geschlossen und man
n Stumpf. Die Heilung ist in 10—14 Tagen vollendet.
lt das Staphylom mit einem Beer'schen Messer zu spalten (in
Hälfte), darauf die Linse zu entfernen, und die Wunde, falls
den nächsten Tagen zurückginge, wiederholt zu sprengen. Die
e Heilung erfolgt in ungleich kürzerer Zeit und macht wenig
sie soll jeden besorglichen Zufall verhüten und bei allen
iedem Stadium anwendbar sein. Ich habe dieses Verfahren
in aber davon abgegangen, nachdem ich einmal nach wie-
hthalmitis erhalten hatte. Bei Drucksteigerung halte ich

mit dem in neuerer Zeit von FLARER wieder empfoh-
BECK u. A. geübten Einziehen eines Fadens durch die
d der Faden zu früh entfernt, so tritt keine Rück-
is sich stärkere Reaction zeigt, namentlich ödema-
Lidränder, so kann bisweilen der Uebergang in
rden.
, sowie die mit Aetzmitteln ist mit Recht

V. Flügelfell.

§ 123. Das **Pterygium** wird Gegenstand eines operativen Eingriffes, weil es das Sehen behindert (voraussichtlich später verhindern wird), oder weil die Entstellung beseitigt werden soll. Es ist entweder stationär (Narbengewebe auf der Cornea ohne entzündliche Erscheinungen) oder progressiv. In letzterem Falle kann man auf oder neben dem Theile, welcher auf der Cornea sitzt (Kopf), exfoliirte Stellen und durchaus oder doch im Skleraltheile (Rumpfe) mehr weniger reichliche Gefässentwicklung nachweisen. Je stärker diese Erscheinungen ausgesprochen sind, desto grösser ist die Gefahr, dass der Kopf das Centrum der Cornea erreichen und überschreiten werde. Autoren, welche behaupten, Flügelfelle gehen sehr selten bis zur Mitte, niemals über dieselbe hinaus, müssen wenig gesehen haben; ich kenne mehrere Fälle, wo sogar ein Flügelfell von der Nasenseite einem von der Schläfenseite aus entwickelten entgegen gewachsen war, eines in das andere überging. MANNHARDT hat dasselbe in Constantinopel gesehen. Sobald der Kopf, gewöhnlich Spitze genannt, in jene Region der Cornea vorgerückt ist, durch welche Lichtstrahlen passiren, die durch die Pupille eindringen können, bedingt es bereits eine unheilbare Sehstörung, weil auch die sorgfältigste Beseitigung des Flügelfelles alsdann nicht im Stande ist, die Spuren und Folgen desselben zu vertilgen; es bleibt eine unheilbare Trübung, meistens auch veränderte Wölbung der Nachbarschaft zurück.

1) Neue operat. Heilmethode. Braunschweig 1858.

§ 124. **Operationsverfahren.** 1. Die sicherste und einfachste Methode besteht in der Abtragung mit nachfolgender Bindehautnaht. Das Zusammennähen ist meines Wissens zuerst von Coccius eingeführt worden. [1]) Der Kranke sitzt dem Operateur gegenüber. Ein Assistent hält die Lider auseinander, falls das Einlegen eines Sperrelevateurs nicht vorgezogen wird. Der Operateur fasst das Flügelfell am Halse (an der Corneoskleralgrenze) indem er die Arme einer Blömer'schen Pincette senkrecht an den Bulbus ansetzt, so dass die umgeschlagenen Ränder dieser Partie des Flügelfelles beim Schliessen gegen einander gedrückt werden. Dadurch wird der benachbarte Theil des Kopfes zugleich etwas von der Cornea abgehoben, und man kann nun leicht ein mässig gekrümmtes Lanzenmesser zwischen ihm und der Cornea so fortführen, dass das Narbengewebe vollständig und ohne Durchschneidung von Hornhautfasern abgelöst, gleichsam ausgeschält werden kann. Ist dies von der einen z. B. untern Seite aus geschehen, so geht man mit dem Lanzenmesser von der andern Seite in gleicher Weise vor, von der Peripherie gegen das Centrum schneidend. Nach vollendeter Ausschälung nimmt man eine gerade oder gekrümmte Scheere und führt von der Basis der eben gesetzten Wunde aus nach einander zwei gegen die Peripherie des Bulbus convergirende Schnitte, welche demnach aus dem Rumpfe ein dreieckiges Stück excidiren, dessen Basis an der Corneoskleralgrenze, dessen Spitze 7—8 Mm. von dieser entfernt liegt. Diese Wunde der *Conj. bulbi* wird nun durch eine einfache Sutur vereinigt, etwa 3 Mm. von der Corneoskleralgrenze entfernt, wenn die Basis der Bindehautlücke relativ schmal, 4—5 Mm. entfernt. wenn diese Basis breiter ist. Der Faden kann 2—3 Tage liegen bleiben. Die grösste Sorgfalt ist darauf zu verwenden, dass in der Halsgegend nichts von der übergeschlagenen Bindehaut zurückbleibt. Das Auge kann frei bleiben oder einige Stunden bedeckt, allenfalls mit nassen Leinenflecken gekühlt werden. Die nicht bedeckte Partie der Wundfläche, also namentlich die Cornealpartie, erscheint am 2. Tage leicht grau belegt und wird allmählich mit Epithel überkleidet. Nach einigen Wochen ist ausser einer bleibenden Cornealtrübung nichts von der Entstellung zu sehen. [2])

In den letzten 8 Jahren habe ich dieses Verfahren mitunter dahin abgeändert, dass ich nach der Losschälung von der Cornea blos zwei gegen die Peripherie hin convergirende Schnitte durch die Bindehaut führte und sofort die Sutur anlegte; die von der Cornea und Sklera (nächst der Cornea) abgelöste und durch die genannten Schnitte isolirte Masse zieht sich, etwas gewulstet, gegen die Peripherie zurück und schrumpft allmählich zusammen. Auf diese Weise geht so zu sagen nichts von der Bindehaut verloren, was für jene Fälle, wo die Bindehaut schon stark verkürzt ist (im innern Winkel fehlt dann die halbmondförmige Falte), immerhin vortheilhaft erscheint. Pagenstecher operirt ebenso.

§ 125. 2. Die **Ueberpflanzung** ist zuerst von Desmarres [3]) in einfacher Weise derart geübt worden, dass nach Ablösung von der Cornea und Sklera (5—6 Mm. weit von der Cornea) von dem untern Rande der Wundfläche aus ein mehrere Millimeter langer Schnitt durch die Conjunctiva geführt wird; in diese alsbald

1) Ruete, Lehrbuch. 2. Aufl. 1854. p. 192.
2) Arlt, Krankh. 1851. I. 164.
3) Traité des mal. 1855. II. 168.

klaffende, eine dreieckige Form annehmende Wunde wird nun das abgelöste Stück durch Nähte befestigt, zuerst die Spitze. KNAPP[1]) hat breite Flügelfelle nach der Ablösung bis nahe an die Basis und nach Abkappung der knorpelartig harten Spitze in eine obere und untere Hälfte gespalten, die eine in eine obere, die andere in eine untere Bindehautspalte eingenäht. Dadurch, dass sowohl nach oben als nach unten ein Schnitt durch gesunde Bindehaut geführt wird, welcher mit dem Hornhautrande parallel verläuft, und dass man die gesunde Bindehaut oben und unten bis gegen die Cornea hin mit dem Messer unterminirt, wird die Herbeiziehung gesunder Bindehaut zur Deckung der durch die Lospräparirung auf der Sklera entstandenen Lücke erleichtert. Durch Anlegung von zwei Heften wird sie in dieser Lage fixirt. Heftet man dann noch die Spitzen dieser mit einander vereinigten Seitenflügel je an die Winkel, welchen die nach oben und unten fixirten Hälften des Flügelfelles offen lassen, so erscheint die Sklera überall von Bindehaut gedeckt, bis auf eine kleine Lücke nächst der Cornea.

§ 126. 3. Die **Unterbindung** nach SZOKALSKI.[2]) Ein Seidenfaden wird mit zwei leicht gekrümmten Nadeln versehen und zuerst nächst der Cornea, dann 3—4 Mm. davon entfernt zwischen der Sclerotica und dem Flügelfelle durchgeführt. Die Nadeln werden jetzt dadurch entfernt, dass man den Faden knapp an jeder Nadel ganz durchschneidet. Hierdurch ist der Faden in drei Stücke getheilt. Zuerst knüpft man die Enden des Stückes, welches nächst der Cornea unter dem Flügelfelle durchstreicht und schnürt somit das Flügelfell nächst der Cornea zusammen. Dasselbe geschieht dann mit dem Stücke, welches peripher unter dem Flügelfelle durchstreicht Wenn man nun das Mittelstück an seinen beiden Enden anzieht und dann knüpft, so wird der mittlere Theil des Flügelfelles nun auch von der Sclerotica abgebunden und somit ausser Circulation gesetzt; die Fäden bleiben 3—4 Tage liegen. Das Auge wird geschlossen gehalten. Die Reaction ist mässig, erheischt kaum kalte Umschläge. Das auf der Cornea gebliebene Stück, anfangs vascularisirt, wird allmählich blass und dünn, in ständiges Bindegewebe verwandelt. Ich habe diese Methode etwa 5 mal geübt, mit günstigem Erfolge. Doch braucht man mehr Zeit als bei der Abtragung mit nachfolgender Naht.

In 3 Fällen, wo nach acuter Bindehautblennorrhoe die Mitte der Cornea (nach *Prolapsus iridis*) mit einem peripheren Theile der *Conjunctiva bulbi* verwachsen war und ein Flügelfell eigenthümlicher Art bestand, unter welchem man längs des Hornhautrandes eine Sonde ganz durchführen konnte, habe ich an dieser freien Stelle zwei Ligaturfäden, etwa 2 Mm. von einander abstehend, angelegt. Nach dem Durcheitern derselben blieb ein kleiner Stumpf auf der Cornealnarbe, welcher allmählich schrumpfte und verschwand. Eine sternförmige Narbe oben an der Peripherie des Bulbus, einmal an der Uebergangsfalte des obern Lides, bezeichnete alsdann die Stelle, welche durch das Abbinden frei geworden war.[3]) SICHEL[4]) hat einen ähnlichen Fall abgebildet.

---

1) A. f. O. XIV. a. 267.
2) ROSER u. WUNDERLICH, Archiv 1845. Nr. 2.
3) ARLT, Krankh. 1851. I. 161.
4) Iconographie ophthalm. Paris 1852. T. XXVI. Fig. 2.

Das der Abtragung zum Vorwurfe gemachte Recidiviren (Bildung eines secundären Flügelfelles) kommt nicht vor, wenn man nicht in der alten Weise operirt, d. h. durch die Abtragung, sei es von der Spitze zur Basis oder von dieser gegen jene, eine dreieckige Wunde mit breiter Basis an der Peripherie bildet. Noch bevor ich die Sutur kannte, rieth ich der Wunde eine rhomboide Form zu geben, d. h. nach Ablösung von der Cornea die Schnitte in der Conjunctiva convergirend gegen die Peripherie zu führen.[1] Noch mehr Gewicht ist auf die Reinpräparirung der Cornea und Sklera in der Gegend des Halses des Flügelfelles zu legen. Ist diese exact, dann kommt selbst bei einfach rhomboidaler Excision kein Rückfall; die Sutur beschleunigt nur die Heilung.

VI. Abrasio corneae.

§ 127. Die **Abschabung** oder, was vorzuziehen, die **Abtragung** oberflächlicher unheilbar trüber Hornhautschichten, schon vor Saint-Yves (1722) bekannt, dann von Mead (1762), Wardrop und Larrey[2] empfohlen, wurde in neuerer Zeit besonders durch Gulz[3], Malgaigne[4] und Szokalski[5] wieder in Aufnahme gebracht. Wollte man Narben, welche keine Aufhellung zulassen, durch Abschaben oder Abtragen entfernen, was jedenfalls ein Vordringen bis mindestens zur Mitte (also etwa $1/2$ Mm.) erheischen möchte, so müsste man sich jedenfalls früher fragen, ob denn in einem solchen Falle auf wirkliche Regeneration von Hornhautsubstanz werde gerechnet werden können, und dann wäre man erst noch vor heftiger Reaction (Gefahr eitriger Keratitis) nicht sicher, wie ich in einem Falle (anfangs meiner Praxis) erfahren habe. Anders gestaltet sich die Sache bei Blei- oder Kalkincrustationen, wenigstens bei oberflächlichem Sitze derselben. Hier handelt es sich meistens um die Beseitigung nicht bloss des dioptrischen Hindernisses, sondern auch lästiger Irritationszufälle, namentlich von Lichtscheu und von Blepharospasmus, bei Kalkablagerung wohl auch, wie Gouvea[6] gezeigt hat, um Verhütung allmählich tieferen Eindringens der einzelnen Körner. Hier kann man durch vorsichtiges Abtragen glänzende Resultate erhalten.

Bei der Subtilität, welche hier nöthig ist, soll man den Kranken chloroformiren, den Bulbus fixiren, und nur bei sehr gutem Lichte operiren. Die schollen- oder schalenförmige Abtragung ist dem Ausgraben oder Abschaben im Allgemeinen vorzuziehen, wenn sich's nicht etwa um einzelne Körnchen handelt. Man schiebe ein gerades oder seicht gebogenes schmales Lanzenmesser unter der trüben Masse so schräg als es die Tiefe (Dicke) derselben gestattet vor, gegen das Centrum derselben, von gesunder Hornhaut aus eingehend und jenseits in gesunder Hornhaut ausstechend, falls die Grösse der Platte nicht vermöge der

---

1) Arlt, Krankh. I. 164.
2) Mémoires de chir. 1812.
3) Oesterr. Wochenschr. 1842.
4) Ann. d'ocul. T. IX. 95 und T. XIII. 211.
5) Revue méd. chir. 1853. Decemb.
6) Knapp, Arch. I. a. 106.

Wölbung der Hornhaut zum Ausstechen in der Platte selbst zwingt. In letzterem Falle gehe man dann von der entgegen gesetzten Seite wieder gegen das Centrum vor. Das Lanzenmesser ist behufs der Bildung breiter Schollen zweckmässiger, als ein Staarmesser. Die irgendwo flott gemachten Schollen werden mit einer Pincette gefasst und entweder mit dem Messer weiterhin gelöst oder mit einer Scheere abgetragen. Nach beendeter Operation muss wenigstens das operirte Auge durch einige Tage geschlossen gehalten werden. Atropin und kalte Umschläge am ersten Tage. Später Einstreichen der gelben Quecksilberoxydsalbe. Bowman [1] hat eine unter dem Epithel entstandene Ablagerung aus phosphor- und kohlensaurer Kalkerde (ohne Entzündungserscheinungen) mit grossem Vortheile für das Sehvermögen abgeschabt. [2]

Bei Keratokonus hat Gräfe [3] die Abtragung eines dünnen Blättchens am Scheitel des stumpfen Kegels vorgenommen, um nachher durch wiederholte Aetzung der Wundfläche mit einem fein zugespitzten Lapis circumscripte Entzündung und weiterhin eine Narbe zu erzielen, deren constringirende Wirkung eine mehr weniger beträchtliche Abflachung ihrer Umgebung und hiermit erhebliche Besserung der dioptrischen Verhältnisse zur Folge hat. Die Abtragung wird unter guter Fixation mit einem Gräfe'schen Staarmesser, Irispincette und Scheere ausgeführt.

VII. Abtragung von Geschwülsten auf der Cornea und Sklera.

§ 128. Die **Dermoidgeschwülste**, welche stets angeboren sind und stets die Corneoskleralgrenze einnehmen, meistens gegen den äussern Winkel, selten nach innen-unten sitzen, greifen niemals so tief in die Cornealsubstanz ein, als dass man sie nicht ohne Gefahr ablösen könnte, wenn man sie mit einer Blömer-schen Pincette fasst und mit einem Staar- oder Lanzenmesser durch flach geführte Schnitte lospräparirt. [4] Die auf der Sklera sitzende Hälfte muss mit einer krummen Scheere excidirt werden, um so wenig als möglich von gesunder Bindehaut mit fortzunehmen. An der Stelle, die sie auf der Cornea eingenommen, bleibt ein unheilbar trüber Fleck; die entblösste Sklera wird durch allmähliche Herbeiziehung von Bindehaut gedeckt.

In einem Falle von *Lipoma subconjunctivale*, welches sich von oben-aussen (von der Uebergangsfalte) herab erstreckte und auch einen grossen Theil der Hornhaut bedeckte, habe ich die Bindehaut von oben nach unten bis ins Bereich der Hornhaut aufgeschlitzt und die Fettmassen bei stark aus einander gezogener Wunde herauspräparirt. Die Cornea gewann nach der Entfernung des sie bei-

---

1) Lectures. p. 119.
2) Schweigger, Handb. 1871. p. 301.
3) Berliner klin. Wochenschr 1868. Nr. 23.
4) Arlt, Krankh. 1857. I. 171.

nahe zur Hälfte deckenden gelben Fettes ein zufrieden stellendes, einfach trübes Aussehen; die Abtragung des bindegewebigen Ueberzuges der obern Cornealpartie hielt ich für überflüssig, da an seiner Stelle doch nichts anderes als ein gleichfalls lichtgrauer Fleck zu erwarten stand. Gräfe [1]) erwähnt ähnlicher Fälle. Er exstirpirte die Fettmasse von einem horizontalen Bindehautschnitte aus.

§ 129. **Bösartige Geschwülste.** [2]) Das *Sarcoma melanodes* sitzt zumeist mit einem dünnen Stiele an der Corneoskleralgrenze fest und dürfte, manchmal wenigstens, bis in das *Corpus ciliare* eingreifen, während es sich auf der Cornea platten- oder pilzförmig ausbreitet und peripher in die *Conjunctiva bulbi* hineinwuchert oder diese gleichfalls zum Theil überdeckt. Vergl. *Enucleatio bulbi* § 156 und Gräfe [3]) Heilung durch Abtragung cancroider Geschwülste.

Das Epitheliom zeigt nur selten eine so geringe Ausbreitung an der Cornea und *Conjunctiva bulbi*, dass eine vollständige Abtragung (ohne Gefahr einer Recidive) möglich ist. Noch zu Ostern 1873 mussten wir einen Bulbus enucleiren, von welchem ein Epitheliom einen Theil der Cornea und von da bis gegen die halbmondförmige Falte hin die Conjunctiva einnahm. Die Lider waren gesund, und nur am Nasenflügel der andern Seite zeigte sich eine kleine Stelle auf Epitheliom verdächtig. Keyser in Philadelphia reussirte in einem, wie es scheint, ganz analogen Falle durch sorgfältige Ablösung der »cancroiden Geschwulst« von der Cornea und Sklera und blutige Vereinigung der Bindehautwunde. [4])

VIII. Tätowirung getrübter Hornhaut (Wecker).

§ 130. Wecker [5]) und Knapp [6]) machen mit einer graden, an der einen Fläche kahnförmig ausgehöhlten und daselbst mit sehr concentrirter chinesischer Tinte versehenen Nadel bei gut fixirtem Bulbus 10 bis 15 schräge Einstiche unter die Epithelialschicht der unheilbar getrübten Partie, rasch nach- und dicht nebeneinander. Die Reaction ist meistens so gering, dass die Patienten sofort ihren Beschäftigungen nachgehen können. Zurückgebliebene Interstitien werden in späteren Sitzungen (bis zu 6—8) ausgefüllt. Der Erfolg ist ein persistirender und kann nachträglich ergänzt werden. Nach den hier in Wien von Reuss und Arlt jun. gemachten Beobachtungen muss das Anstechen von Gefässchen solcher Narben vermieden werden, entsteht bei *Leucoma adhaerens* leicht stärkere Reaction und ist bei merklich ektatischen Narben Vorsicht wegen Einleitung von Drucksteigerung nöthig. Wecker will den tätowirten Stellen nicht bloss eine graue Tingirung geben, sondern eine solche Schwärze, dass sie nach gleich-

---

1) A. f. O. VII. b. 6 und X. a. 215.
2) Carcinome und Melanosarcome Virchow.
3) A. f. O. VII. b. 9 und 11.
4) Zeh. klin. Mon. 1869. p. 215.
5) Tatouage de la cornée 1870, Union méd. Mars.
6) A. f. O. II. b. 84.

mässiger Ueberkleidung mit Epithel spiegeln »und dem Beobachter den Eindruck der schwarzen Pupille machen«. »Ich habe öfters die Operation bei centralen adhärenten Leukomen ausgeführt, nachdem ich vorher eine künstliche Pupille gebildet, um das Sehen wieder herzustellen. Fast alle, bei welchen die centrale intense Trübung sich abschwächend auf jenen Theil der Cornea erstreckte, welcher der künstlichen Pupille gegenüber lag, und wo ich das Tätowiren auch auf dieser graulichen Partie der Hornhaut vornahm, gaben spontan an, dass nach vollendeter Tätowirung sich ihr Sehvermögen auf diesem Auge sichtlich verbessert habe.« »Daher entschloss ich mich nun auch zu optischen Zwecken bei centralen halbdurchsichtigen Flecken eine Pupille zu bilden und den centralen Theil der Cornea vollständig schwarz zu färben.« Vergl. § 71. — (Nach Anagnostakis[1]) war eine Art Tätowirung von Leukomen schon zu Galen's Zeiten bekannt.)

In neuester Zeit wird die Tätowirung am zweckmässigsten in der Weise ausgeführt, wie sie zuerst von Bader in London und von Taylor in Nottingham empfohlen wurde. Man trägt concentrirte Tusche mit einem Pinsel oder Spatel auf das Leukom auf und führt nun mit einem Instrumente, das aus 4 und mehr Nadeln besteht (Luer, Mathieu, Weiss), eine grosse Zahl von Stichelchen gegen die Narbe. Nach 1 bis 2 Minuten reinigt man die Oberfläche der Cornea mit einem nassen Schwamme, um sich von dem Grade der bereits erreichten Färbung zu überzeugen. Dann wiederholt man dieselbe Procedur, bis die Tingirung gleichförmig und genügend saturirt erscheint. Auf diese Weise ist es möglich, in 1 oder 2 Sitzungen zum gewünschten Ziel zu gelangen.

IX. Entfernung fremder Körper.

§ 131. **Allgemeine Bemerkungen.** Nach Constatirung der Anwesenheit, des Sitzes und der physicalischen Eigenschaften eines fremden Körpers, soweit letztere beiden möglich sind, entsteht die Frage, ob es zulässig sei, ihn zu belassen oder ob man ihn entfernen müsse, weiterhin, ob die zur Entfernung nöthigen Eingriffe sichere Entfernung in Aussicht stellen oder wahrscheinlich fruchtlos sein oder das Auge noch grösserer Gefahr aussetzen werden, als das Zurücklassen, endlich, ob es mit Rücksicht auf die Unsicherheit des Gelingens und die weiter zu erwartenden Folgen (mit oder ohne Extractionsversuch) nicht gerathen erscheine, sogleich oder nach einigem Zuwarten lieber den Bulbus zu enucleiren. In zweifelhaften Fällen sehe man unter sorgfältiger antiphlogistischer Behandlung und Ueberwachung einige Tage zu, ob sich nicht aus dem Verlaufe weitere Anhaltspuncte für die Prognose und für das operative Eingreifen ergeben. Doch sind die Grundsätze, dass man den fremden Körper je eher je lieber entfernen und dass man es in unzweifelhaften Fällen z. B. bei grösseren und irritirenden fremden Körpern nicht erst auf heftige Reaction ankommen lassen solle, trotzdem niemals ausser acht zu lassen.

---

1) Contributions a l'histoire de la chir. oc. chez les anciens. Athènes 1872. — Ann. d'ocul. LXVIII. p. 126.

Die Schwierigkeit der Entscheidung liegt darin, dass einerseits die Betroffenen schwer zu operativen Eingriffen namentlich zur Enucleation zu bestimmen sind, andererseits manche fremde Körper vertragen werden, ohne Reaction zu erregen, und dass bei anderen dies nach entzündlicher Reaction durch Einkapselung (bleibend oder temporär) vermittelt wird, während in einer grossen Reihe von Fällen (um nicht zu sagen: in der Regel) eine schleichende oder eine acute Entzündung zum Ruin des betroffenen und wohl auch zu sympathischer Affection des anderen Auges führt.

§ 132. **Fremde Körper in der Bindehaut, an oder in der Hornhaut.** Kleine fremde Körper, welche durch Luftströmung ins Auge getrieben wurden, sitzen in der Regel an der Innenfläche des obern Lides, wo man sie meistens 2—3 Mm. über der innern Kante findet, an ihrer Farbe oder beim Spiegelnlassen der Conjunctiva erkennt und mit etwas Leinwand oder mit einem Spatel abstreifen kann. Seltener findet man sie an der Cornea. Dünne Blättchen, halbe Samenhülsen, kleine Insectenflügeldecken u. dgl. lassen sich ohne Schwierigkeit mit einem Spatel abstreifen. Fremde Körper in der *Conj. bulbi* können selten ausgegraben oder allein gefasst werden; es hat keinen Nachtheil, wenn man sie sammt ein wenig Bindehaut fasst und ausschneidet.

Grössere fremde Körper (Krebssteine, Holzreiser, Stroh, Spelzen, Haare und dgl.) in den Bindehautsack gerathen und entweder sogleich Lichtscheu, Thränenfluss, Augenlidkrampf oder erst nach Wochen chronische Entzündung erregend, sind im *Fornix conj.* zu suchen. Nach monate- und jahrelangem Verweilen daselbst sind sie meistens von hohen Granulationen umgeben oder eingehüllt, welche erst abgetragen werden müssen, bevor man sie fassen und entfernen kann.

Fremde Körper, durch Luftströmung, bei gewissen Arbeiten, bei einer Explosion ins Auge geschleudert, sitzen, wenn sie nicht ins Innere eingedrungen sind, meistens in der Hornhaut und sind durch ihre Farbe (dunkel auf lichtem Hintergrunde und umgekehrt) und beim Spiegeln der Cornea sicher zu entdecken. Jedenfalls giebt die Focalbeleuchtung über ihre Anwesenheit, ihre Grösse und über die Tiefe ihres Sitzes Aufschluss. Schiesspulver, auch kleine Kalktheilchen, selten kleinwinzige Metallsplitter können sitzen bleiben, ohne Eiterung zu erregen. [1])

Bei Kindern und selbst bei Erwachsenen kann die Narkosis nöthig werden, denn die Operation ist sehr schmerzhaft und unvermuthete Bewegungen erschweren dieselbe bis zur Unmöglichkeit, besonders wenn der Körper tiefer sitzt. Solche Augen sind sehr empfindlich gegen das Licht, besonders wenn der Körper schon von Laien attaquirt wurde, wenn bereits starke Ciliarinjection oder gar schon Iritis dazu getreten ist. Deshalb ist es nützlich, für Verschluss des andern Auges zu sorgen und den Verletzten so zu setzen oder zu lagern, dass das Licht nur seitlich und nur von einem Fenster her einfällt, und dass der Glanz des Spiegelbildes den Operateur nicht blende. Kopf und Lider werden von einem Assistenten fixirt; in Ermangelung eines solchen kann man verständige Individuen in einen Sessel mit hoher Lehne setzen und mit der nicht operirenden Hand das

---

1) Gonvea über Kalkverbrennung der Cornea in Knapp's Archiv. I. a. 106.

Andrücken des Kopfes an die Lehne, allenfalls auch das Aufwärtsfixiren des obern Lides (mittelst des Daumens) übernehmen. Auch kann das Fixiren des Kopfes von einem Laien, das Fixiren der Lider mittelst eines Sperrelevateurs und das Fixiren des Bulbus mit einer Pincette besorgt werden. Wenn man das Fixiren des obern Lides mit dem Daumen der einen Hand besorgt, kann man das Ausweichen der Cornea nach oben oft dadurch verhindern, dass man das untere Lid mittelst des Ringfingers der das Instrument führenden Hand ab- und rückwärts drängt, während Daumen, Mittel- und Zeigefinger das Instrument dirigiren. Manche finden es bequemer, sich hinter den auf einem Stuhle sitzenden Patienten zu stellen, den Kopf des Verletzten gegen die Magengrube oder Brust anzudrücken und so kopfüber zu operiren. Die Entfernung bei künstlicher Focalbeleuchtung empfiehlt sich bei Körpern, welche vermöge ihrer Kleinheit und Farblosigkeit bei Tageslicht kaum gesehen werden können.

Ist der fremde Körper nur ein kleiner Metall- oder Steinsplitter, — bei weitem der häufigste Fall — so dürfte eine gerade lanzettförmige Staarnadel das geeignetste Instrument sein, ihn herauszugraben und sodann auch den rost- oder kreideartigen Beschlag gleich einer Schale auszulösen oder abzuschaben. Andere bedienen sich zum Herausheben solcher Körper einer hohlmeiselartig geformten Nadel. Reicht ein compacter Körper tiefer, so muss man gleich anfangs vom Rande her unter, resp. hinter denselben zu gelangen suchen, und zu diesem Zwecke allenfalls mit der Nadel oder mit einem Staarmesser einen Schnitt führen, welcher diesen Zweck zu fördern geeignet ist. Das Zurücklassen kleiner Partikeln des Körpers oder des Beschlages ist in der Regel nachtheilig; nicht die Grösse, sondern die Fremdartigkeit des Eindringlings erregt Reiz und Entzündung. — Nach vollständiger Beseitigung gehen die Zufälle bald zurück und der Verletzte braucht oft keine weitere Schonung; wenn er aber erst mehrere Tage nach dem Unfalle sich vorstellte oder wenn der Körper tiefer eingedrungen, so findet man meistens Iritis ausgesprochen oder im Anzuge (Farbenveränderung der Iris, Engheit der Pupille); dann ist mindestens Atropin und 1 bis 2tägige Ueberwachung des Auges nöthig.

Ist der fremde Körper grösser und lang oder platt (Metall-, Stein-, Holzsplitter und dgl.) und hat man durch seitliche Beleuchtung ermittelt, wie schräg oder steil und wie tief er die Cornea durchstreift, und überdies, ob er bis in die Kammer eingedrungen und ob er mehr weniger vor der Cornea zu Tage liegt, so sind diese Momente und die physikalischen Eigenschaften des Körpers massgebend für die Encheiresen, welche man in einem solchen Falle zu wählen hat. Hier ist in der Regel eine tiefere Narkosis angezeigt und muss wenigstens ein geübter Assistent zur Hand sein.

Ist der Körper mehr schräg eingedrungen, etwa wie ein Holzsplitter unter den Nagel eines Fingers, und lässt sich nicht erwarten, dass man ihn, wenn er noch theilweise zu Tage liegt, mit einer starken gerieften Pincette fassen und ausziehen könne, so spalte man die ihn bedeckende Hornhautschicht mit einem Staar- oder Lanzenmesser, mitten davor oder längs eines Randes des Körpers, um ihn sicher fassen zu können.

Bei mehr steil eingedrungenen länglichen oder platten Körpern, welche gar nicht oder nur so weit zu Tage liegen, dass man sie nur mit Gefahr weitern

Hineindrängens fassen kann, habe ich durch eine seitwärts angebrachte Hornhautöffnung den Daviel'schen Löffel hinter den Körper in die Kammer gebracht und damit denselben auswärts gedrängt oder doch so gestützt, dass ich ihn dann sicher fassen konnte. Desmarres hat seine Paracentesennadel in die Kammer eingeführt und zum Zurückdrängen des fremden Körpers oder als feste Unterlage benützt, um auf ihr denselben ausziehen oder ausheben zu können.

Es kann auch sein, dass man, wenn sich der in die Kammer hineinragende Körper voraussichtlich nicht durch die Einbruchsöffnung wird zurückdrängen oder ausziehen lassen, durch eine an geeigneter Stelle angebrachte Wunde mit einer Pincette in die Kammer eingehen muss, wobei freilich Iris und Kapsel leicht beschädigt werden können. Beim Zurückziehen des Messers ist rascher Abfluss des Kammerwassers nach Möglichkeit zu verhüten. (Vergl. Iridektomie.)

§ 133. **Fremde Körper in der vordern Kammer, in oder hinter der Iris.** In manchen Fällen wurden fremde Körper in der Kammer ohne Reaction vertragen, namentlich Cilien. Pagenstecher fand eine Cilie, welche 10 Jahre lang ohne Reizung vertragen worden war, Ed. Jäger[1]) ein metallglänzendes, 1 Quadratlinie grosses Zündhütchenstück, welches nur leicht an die Iris angeheftet 5 Jahre lang in der Kammer lag und auch nach einer zufälligen Erschütterung des Auges keine Entzündung erregt hatte. In einem von Jacobs in Dublin beobachteten Falle hatte ein Stück Stein in der vordern Kammer erst nach 4 Jahren einen erheblichen Reizzustand bewirkt. — Einige verlässliche Beobachtungen (von Laurence, Wardrop, Cooper u. A.) sprechen dafür, dass kleine Fragmente von Stahl oder Eisen (abgebrochene Staarnadeln oder Messerspitzen) in der vordern Kammer durch Oxydation und Resorption verschwinden können. — In anderen Fällen kam es zu bleibender oder temporärer Einkapselung bald unter geringer, bald unter beträchtlicher, einmaliger oder wiederholter Entzündung; aber in den meisten Fällen erfolgt heftige Entzündung mit Eiterung, sogleich oder nach temporärer Einkapselung.

Auf Vertragenwerden eines fremden Körpers in der Kammer oder in der Iris ist in der Regel nicht zu rechnen, und ebenso nicht auf dauerhafte Einkapselung. Besonders günstige Beschaffenheit des Eindringlings und Geringfügigkeit der Verwundung, namentlich aber der Mangel von Reizzufällen trotz Ablauf geraumer Zeit gestatten weiteres Temporisiren, jedoch unter steter Ueberwachung. Frischer Haemophthalmus oder starke Chemosis, wenn diese sich schon aus der Verwundung ableiten lässt, machen einen Aufschub des Extractionsversuches unter strenger Antiphlogose wünschenswerth, vielleicht nothwendig. Bei florider Iritis oder Iridokyklitis wird es allerdings gerathen sein, durch Blutentziehungen, kalte Umschläge, Abführmittel und Narcotica die Zufälle zu temperiren zu suchen; wenn jedoch nicht in kurzer Zeit ein erheblicher Nachlass erfolgt, so darf die Operation nicht weiter hinausgeschoben werden. — Deuten Zeichen an der Wunde und constatirte Nähe des Fremdkörpers hinter derselben auf bevorstehende Expulsion durch Eiterung, so kann Temporisiren unter

1) Staar und Staaroper. 1854. p. 68.

Anwendung feuchtwarmer Umschläge vollkommen gerechtfertigt sein. Bei ausgebreiteter Eiterung kann vielleicht eine ausgiebige Spaltung des Abscesses in der Gegend des Fremdkörpers den Process abkürzen.

Die Operation selbst wird in manchen Fällen bloss die Extraction des fremden Körpers bezwecken, welche jedoch nicht gar oft ohne gleichzeitige Excision einer Partie Iris ausgeführt werden kann; in anderen Fällen, namentlich bei bereits erfolgter Pupillensperre, wird man zugleich auf die Anlegung einer zweckdienlichen Pupille bedacht sein müssen, und bei bereits bestehender oder während der Extraction des fremden Körpers unvermeidlicher Verletzung der Linse wird in vorhinein zu überlegen sein, ob man mit der Extraction des fremden Körpers zugleich die der Linse werde vornehmen müssen.

Zur Entfernung des fremden Körpers, resp. zur Einführung einer Pincette, deren Form und Stärke nach der Grösse, Lage und etwaigen Adhäsion des fremden Körpers zu wählen ist, kann bisweilen eine noch bestehende oder eine wenig fest verklebte Wunde benutzt werden, welche man nöthigenfalls mit einer Sonde sprengt oder mit einem durchgeführten Staarmesser neuerdings öffnet und nach Bedarf mit einer Scheere erweitert. Dieses an sich unschädliche Verfahren kann aber oft wegen ungünstiger Lage der Wunde relativ zum fremden Körper oder wegen gleichzeitig nöthiger Iridektomie oder Linsenextraction nicht verwerthet werden. Meistens muss die Kammer neuerdings mit einem Lanzen- oder Staarmesser eröffnet werden, was bei enger oder aufgehobener Kammer schwer, doch nicht unmöglich ist. Sofern man nicht weiss, wie gross der fremde Körper ist und welche Dimensionen er hat, wird man allerdings lieber eine etwas längere Wunde machen, aber dennoch darauf vorbereitet sein müssen, dass man die Wunde, wenn sich der angezogene Körper darin stemmt, mit einer Scheere oder mit einem Messer werde erweitern lassen müssen (durch den früher instruirten Assistenten). Besser eine grössere, selbst bogenförmige, als eine gequetschte oder gerissene Wunde.

Im Allgemeinen sind periphere, im Skleralbord liegende Wunden vorzuziehen, besonders wenn dabei das Messer hinter dem fremden Körper vorgeschoben werden kann. Doch darf man nicht ausser acht lassen, dass bei solchen Wunden, wenn sie länger sind (über $^1/_4$ der Cornealbasis) leichter *Prolapsus iridis* entsteht, also Irisexcision schon aus diesem Grunde nöthig werden kann. In anderen Fällen ist eine in der mittlern Region der Cornea angebrachte Wunde besser oder einzig geeignet, den Zugang zum sichern Erfassen zu verschaffen. Durch die Stelle, Richtung und Grösse des Schnittes muss dafür gesorgt sein, dass man mit der Pincette an einer zum festen Erfassen passend erscheinenden Stelle angelangt, dieselbe ohne Verschiebung des fremden Körpers gehörig öffnen und vorschieben kann, und dass man, wo es sich um Schonung der Iris und besonders der Kapsel handelt, die Einleitung des fremden Körpers in die Wunde ohne vieles Drehen und Wenden ausführen kann.

Ist die Kapsel geöffnet und ein mehr weniger harter Linsenkern (nach dem 30. Jahre) vorhanden, so trage man gleich bei der Setzung der Wunde auf Linsenextraction an oder erweitere die Wunde nachträglich. Bei jugendlichen Individuen kann man sich nach Entfernung des fremden Körpers mit der Iridektomie begnügen, vielleicht auch ohne diese die Linse der Resorption über-

lassen oder die einfache Linearextraction (mit oder ohne Irisexcision) vornehmen, wobei jedoch darauf zu sehen ist, dass weder Linsenreste noch etwas Iris in der Wunde eingeklemmt bleiben.

§ 134. **Fremde Körper in der Linse** (nahe dahinter im Glaskörper). Die Entfernung eines in der Linse haftenden fremden Körpers aus dem Auge, in der Regel nur mit der Extraction der Linse selbst ausführbar, ist in allen Fällen angezeigt, wo ein Vorfallen desselben in die Kammer früher oder später zu besorgen steht. Bei noch offener Kapsel ist kein längeres Aufschieben zulässig. Es kann sein, dass es gerathen ist, erst eine Iridektomie zu machen, besonders wenn ein Zurückbleiben des Körpers hinter der Iris zu befürchten steht oder wenn der fremde Körper noch von einer mächtigen Lage Linsensubstanz gedeckt erscheint. Ein anderesmal wird es vielleicht zweckmässig erscheinen, die Trübung und Resorption der Linse durch eine Disscission zu beschleunigen, bevor man an die Extraction geht.

»Ein Handwerker hatte einen Metallspahn in das rechte Auge bekommen; es war seitdem ein leichter Reizzustand desselben zurückgeblieben und schon Tags darauf hatte sich das Sehvermögen getrübt. Nach 1½ Wochen war hochgradige catar. Trübung vorhanden und zeigte sich dem untern-innern Pupillarrande gegenüber eine sehr feine Narbe in der Hornhaut, wohl kaum $^1/_2$ Linie lang und von unbestimmbar kleiner Breite. Da so feine Körper niemals durch Contusion des Auges Cataracta bewirken, so lag schon deshalb die Vermuthung nahe, dass der Metallspahn in das Innere des Auges eingedrungen sei. Als nun für die nähere Bestimmung die Pupille erweitert und die vordere Kapselgegend bei schiefer Beleuchtung untersucht wurde, fand sich eine deutliche Continuitätstrennung in der letzteren; die circa 1 Linie lange, $^1/_2$ Linie breite Kapselwunde, durch welche bereits einige gelockerte Corticaltheile sich in den Humor aqueus hervordrängten, war nicht der Hornhautnarbe gegenüber, sondern ziemlich im Centrum der Pupille gelegen. Nothwendig musste, wenn beide Wunden durch das Eindringen desselben Körpers hervorgerufen waren, dieser letztere von innen-unten nach aussen-oben gegangen sein. Da die Linsensubstanz noch etwas durchscheinend war, konnte man den schmalen Metallsplitter von circa ¾ Linien Länge in der hintern Corticalsubstanz entdecken, und zwar dem äussern Rande der erweiterten Pupille gegenüber. Es handelte sich demnach 1. um die Beseitigung des Staares, 2. um die Entfernung des fremden Körpers.«

»Letztere Indication scheint mir entschieden gerechtfertigt zu sein, denn auf den glücklichen Zufall, dass fremde Körper im Innern des Auges durch Einkapselung indifferent werden, dürfen wir niemals rechnen; es ist vielmehr der gewöhnliche Hergang der, dass chronische Entzündungen der innern Membranen entweder continuirlich oder periodisch steigend zur Aufhebung des Sehvermögens führen. Ich gebe zu, dass diese Regel für fremde Körper in der Iris oder im Linsensysteme häufiger Ausnahmen als für den Sitz in tiefern Gebilden erleidet, aber es wird in Erwägung sämmtlicher Thatsachen doch immer ein richtiger Grundsatz bleiben, den fremden Körper, wo er irgend zugängig ist, aus dem Auge zu entfernen, sowie er einmal den geringsten innern Reizzustand hervorbringt.«

»Am einfachsten wären diese beiden Aufgaben durch die Extraction des Linsensystems gelöst worden, jedoch war die Cataract zu unreif, um nicht erhebliche Gefahren sowohl von der Lappen- als von der einfachen Linearextraction fürchten zu lassen, zudem war es zweifelhaft, ob bei einer solchen Extraction sich der kleine fremde Körper nicht am Pupillarrande oder an der hintern Fläche der Iris abstreifen und dann aller Wahrscheinlichkeit nach einen deletären Ausgang bedingen würde. Ich fasste deshalb einen andern Heilplan. Die ohnehin für eine rasche Linsenresorption etwas zu kleine Kapselwunde

sollte mit einer Disscissionsnadel etwas erweitert und durch Leitung dieser Nadel in Richtung des fremden Körpers die Imbibition der dorthin gelagerten Linsentheile möglichst beschleunigt werden; der fremde Körper musste seiner Schwere wegen bei zunehmender Imbibition sich senken, und ich hoffte, dass er bei seiner Verschiebung gegen die Kapselwunde oder bei seinem Austritt durch dieselbe in den Humor aqueus für eine sicherere Entfernung zugängig werden würde. Dies ereignete sich nun in der That; die Lockerung der vordern Linsenpartie nahm zu und es traten immer mehr Linsenflocken in den Humor aqueus. Ungefähr 14 Tage nach der Operation lag der fremde Körper schon dem obern Rande der Kapselwunde gegenüber und nicht mehr in den hintern, sondern in den mittlern Theilen des Linsensystems; eine Woche später trat derselbe, von imbibirten Linsenmassen umschlossen in die vordere Kammer. Ich glaubte nun mit der Entfernung nicht länger zögern zu dürfen, denn es stand zu erwarten, dass sich das Metallstück in der vordern Kammer senken und wie gewöhnlich in den Winkel zwischen Iris und Cornea niederlassen würde. Wie schwer aber die Entfernung fremder Körper aus diesem Orte ist, wird mir ein jeder Praktiker zugeben, der sich damit beschäftigt hat; es ist meist unmöglich, an der Iris haftende sehr kleine Metallspähne zu extrahiren, ohne die nach ausgeflossenem Humor aqueus eng anschliessende Iris mit zu ergreifen. Es wurde daher die schwebende Stellung des fremden Körpers benutzt, das Lanzenmesser unter die den fremden Körper enthaltenden Corticaltheile geführt, und schon beim Ausziehen des Instrumentes entwichen diese sammt dem Metallspahne. Die Extraction der übrigen Linse geschah sofort nach dem bekannten Vorgange bei der einfachen Linearextraction.«[1])

Ich hielt es für zweckmässig, die vorstehenden Bemerkungen v. GRÄFE's wörtlich mitzutheilen, weil sie in eminenter Weise den Grundsatz illustriren, dass man wie bei allen Operationen, so insbesondere bei der Entfernung fremder Körper sich nicht ohne weitere Ueberlegung nach irgend einem Schema richten, sondern das in einem speciellen Falle einzuschlagende Verfahren nach den besonderen Verhältnissen unter Benützung allgemeiner Erfahrungssätze zu wählen und zu modificiren habe. Man muss sich in jedem speciellen Falle einen Operationsplan entwerfen, die Chancen für Gelingen und Misslingen erwägen und zugleich an die Möglichkeit denken, dass beim Operationsacte selbst noch eine oder die andere Abweichung vor dem ursprünglichen Plane nöthig werden kann. Man muss wenigstens annähernd wissen, was man erreichen könne und wie weit man gehen dürfe.

Lässt sich der Sitz eines fremden Körpers im Glaskörper nahe hinter der Linse constatiren, so dürfte es gerathen sein, die Extraction der Linse (mittelst Bogenschnitt) vorzunehmen, bevor sich derselbe durch Senkung oder Schleuderung zu weit aus dem Pupillargebiete oder von der tellerförmigen Grube entfernt oder bereits deutliche Entzündungszufälle erregt hat.[2]) Man muss sich bereits früher gefragt haben, ob man Aussicht habe, des Körpers nach dem Austreten der Linse und nach Sprengung der hintern Kapsel habhaft zu werden. Glaskörperverlust hierbei ist lange nicht so ominös, als die Entzündung, wenn sich der fremde Körper vermöge einer gewissen Grösse und Schwere dem Uvealtractus genähert hat. Nur der Bogenschnitt giebt eine Wunde, welche das Eingehen mit einer Pincette ohne erhebliche Zerrung gestattet. In der Regel wird

1) GRÄFE, A. f. O. II. a. 229.
2) GRÄFE, A. f. O. IX. b. 82.

man zugleich eine breite Iridektomie damit combiniren müssen. Ginge das Auge dennoch zu Grunde, so wäre der Kranke wohl noch immer besser daran, als wenn der fremde Körper zurück geblieben wäre. Vergl. *Enucl. bulbi*, BARTON's Verfahren.

§ 135. **Im hintern Augenraume** (Glaskörper, Netz- und Aderhaut): Sehen wir ab von dem tiefen Eindringen grosser Stücke von Holz, Eisen, Blech, Glas und dgl., welche noch mehr weniger in der Einbruchspforte haften oder aus derselben hervorragen, so haben wir es meistens mit Schrotkörnern, mit Zündhütchenfragmenten, mit kleinen Körnchen, Blättchen oder Splittern von Metall. Glas oder Stein zu thun. — Die Einbruchspforte kann bei Schrotkörnern, vielleicht auch bei Zündhütchen hinter dem *Fornix conjunctivae* in der Sklera liegen; ausserdem ist sie je nach der Grösse bald leichter, bald schwerer im Bereiche der Cornea oder der Conjunctiva und Sklera auffindbar.

Auf die Verletzung sind die Betroffenen im Momente gar nicht oder durch Schmerz, Funkensehen, bald darauf durch Blutung oder durch Sehstörung aufmerksam gemacht worden. Die Sehstörung, welche auch zu Anfang selten ganz fehlt, kann zunächst durch directe Verletzung der Netzhaut (an der Einbruchspforte oder dieser gegenüber) bedingt sein, sie ist aber meistens vorerst von Bluterguss oder von dem fremden Körper im Glaskörper abhängig und wird in diesen Fällen oft als Fleck, Wolke, Nebel (bedingt durch Schatten auf der Netzhaut, daher mitunter auch entoptisch nachweisbar) bezeichnet. Die etwa später auftretende Einschränkung des Gesichtsfeldes oder die bei genaueren Sehproben vorgefundenen Defecte im Sehfelde können directe Folgen der Verletzung einer entsprechenden Netzhautpartie sein, aber auch erst als Folge von consecutiver Entzündung der beschädigten Netz- und Aderhautpartie oder durch Netzhautabhebung wegen subretinaler Blutung, wegen Zerrung der Netzhaut gegen die Narbe an der Einbruchspforte oder dieser gegenüber, oder wegen Schrumpfung der den fremden Körper umhüllenden Bindegewebsmassen bedingt sein. Vgl. O. BECKER[1], BERLIN[2]) und ED. JÄGER.[3]) Gestattet es die Durchsichtigkeit der Medien, so kann man die Anwesenheit des fremden Körpers im hintern Augenraume mit dem Augenspiegel nachweisen, sofern er nicht peripher nahe an oder vor der *Ora serrata* sitzt. Sieht man eine strang- oder fadenförmige Trübung die Linse schräg oder gerade von vorn nach hinten durchsetzen in einem Falle, wo das Eindringen eines bloss stechenden Instrumentes ausgeschlossen und nur das Eindringen eines kleinen fremden Körpers zugegeben werden kann, so ist an der Gegenwart dieses letzteren in oder hinter der Linse nicht mehr zu zweifeln. Manchmal lässt sich aus der Anwesenheit einer Hornhautwunde (Narbe) und einer Irislücke und aus deren relativer Lage schliessen, dass ein fremder Körper neben dem *Aequator lentis* vorbei eingedrungen sei. Ein andermal lässt sich die Bahn, die er im Glaskörper durchlaufen hat, als trüber Streifen er-

---

1) Bericht über die Wiener Augenklinik.
2) A. f. O. XIII. b. 275.
3) Oesterr. Zeitschr. für prakt. Heilk. 1857.

kennen.[1] Wenn sich die Pupille stark erweitern lässt, so kann man nicht selten mittelst Focalbeleuchtung Aufschluss über den Sitz des fremden Körpers in der Nähe des Ciliarkörpers erhalten, wenigstens dann, wenn man den fremden Körper durch das dort angesammelte Exsudat durchscheinen sieht.

Der den fremden Körper zunächst umschliessende Glaskörper kann Tage, Wochen lang klar bleiben, aber auch schon in kurzer Zeit und ohne erhebliche Reiz- oder Entzündungserscheinungen trüb werden. Solche umschriebene haloähnliche Glaskörpertrübungen können fast ohne Ausnahme auf einen darin sitzenden fremden Körper bezogen werden; bisweilen lassen sie den dunklen oder glänzenden Körper noch deutlich durchscheinen. In manchen Fällen geschieht dies mitten im Glaskörper, in andern erst nach Senkung, durch welche der fremde Körper meistens in die Gegend zwischen *Aequator bulbi* und *Corpus ciliare* an der untern Wand zu liegen kommt. (Ed. Jäger, Berlin.) In manchen Fällen bleibt der fremde Körper nächst der Einbruchsstelle (Ed. Jäger), in anderen an der gegenüberliegenden Wandung haften, meistens jedoch gelangt er durch Zurückprallen in den Glaskörper (Berlin). In einem hier beobachteten Falle näherte sich das beinahe in der Mitte des Glaskörpers schwebende glänzende Kupferblättchen nach und nach der Einbruchspforte (unten vor dem Aequator), gegen welche es durch einen trüben Strang hingezogen zu werden schien.

Berlin (l. c. 275) betont mit Recht ein gewisses Missverhältniss zwischen den äussern Verletzungsspuren zu der Intensität, Dauer und hartnäckigen Wiederkehr einer innern Entzündung als bedeutsam für das Vorhandensein eines fremden Körpers im Innern des Bulbus. Röthe und besonders Schmerzhaftigkeit gegen Betastung an einer Stelle der Sklera kann den Sitz oder doch die Nähe des fremden Körpers im Innern andeuten, letztere selbst wenn noch keine deutliche Reaction eingetreten ist.[2] Manchmal findet man auch die Pupille nach jener Richtung erweitert, wo hinten der fremde Körper sitzt. Auch auf partielle Unempfindlichkeit der Cornea möge man prüfen; sie könnte auf Durchtrennung von Ciliarnerven deuten.

Behandlung. Wo weder die Geringfügigkeit (der Mangel) der Reactionserscheinungen seit geraumer Zeit noch die physikalischen Eigenschaften auf einen weitern günstigen Verlauf deuten, hat man nur die Wahl zwischen der Extraction des fremden Körpers, welche vielleicht, wenn nicht die Function, so doch die Form des Auges zu erhalten in Aussicht stellt, und der Enucleation des Bulbus. Wo letztere nicht sogleich wegen sicher bevorstehender oder rasch um sich greifender Entzündung vorgenommen werden muss, schlage man dieselbe erst nach Ablauf einiger Tage vor. Wenn der Verletzte sieht, dass energische und sorgfältige Behandlung nicht ausreicht, die Schmerzen zu mindern, besonders aber, wenn er bemerkt, wie der noch bestehende Grad von Sehvermögen oder Lichtschein mehr und mehr abnimmt, namentlich von der Peripherie her, so entschliesst er sich eher zu dem schweren Opfer und wird dem Arzte nicht

---

1) Gräfe, A. f. O. III. b. 341.
2) Gräfe, A. f. O. IX. b. 80.

untreu. Bei den Vorboten oder bei den ersten Symptomen sympathischer Affection des zweiten Auges werden diese wohl allein schon den Entschluss beschleunigen. Ist aber schon Panophthalmitis ausgebrochen, so kann die Enucleation nicht mehr als gefahrloser Eingriff betrachtet werden. Vergl. *Enucleatio bulbi.*

Sitzt der fremde Körper unweit hinter der Linse, doch mehr peripher, so kann man hoffen, ihn durch die Sklera extrahiren zu können. Gräfe [1]) durchtrennt mit einem Beer'schen Staarmesser, entsprechend dem vermutheten Sitze des Körpers, am liebsten einige Millimeter vor dem Aequator und zu diesem parallel die Sklera und Choroidea in $^1/_6$ — $^1/_5$ des entsprechenden Parallelkreises. Punction und Contrapunction sind so zu wählen, dass man keinen der zwei Muskeln, zwischen welchen man operirt, ganz durchschneidet. Dieser Eingriff, nach welchem Gräfe sogar noch partielle Wiederherstellung der Sehkraft erzielte, wird nur »in frischen Fällen oder noch in jenem Stadium anzuwenden sein, wo die beginnende Infiltration des Glaskörpers uns noch den Einblick mit dem Augenspiegel gestattet und doch bereits sichere Vorboten eines schlechten Ausganges liefert«. — »Wenn der Bulbus bereits mit Bindegewebsbildungen ausgefüllt ist, kann von solchen Versuchen nicht mehr die Rede sein.« — »Gelingt die Extraction nicht, so ist der Verletzte durch die Operation in keinen schlimmern Zustand versetzt, indem die acutere eitrige Choroiditis, die sich nun entwickelt, rascher zur *Atrophia bulbi* führt und der fremde Körper ausgestossen oder in dichte Bindegewebsmassen gehüllt wird, wodurch er, wenn überhaupt, noch am ehesten erträglich wird.« — »Droht sympathische Affection, so ist von vornherein die Enucleation vorzuziehen.«

Ein anderes Verfahren, welches sich zur Extraction eines fremden Körpers besonders dann verwenden lassen dürfte, wenn man die Einbruchswunde benützen kann, vielleicht bloss zu erweitern braucht, habe ich mit Vortheil bei *Cysticercus subret.* in der Aequatorialgegend (nach innen-unten) geübt. Nach eingeleiteter Narkosis und nach Auf- und Abwärtsrollung des Bulbus mittelst eines nächst der Cornea durch die Bindehaut gezogenen Fadens habe ich zuerst die Binde- und Scheidenhaut zwischen dem *M. rect. int.* und *inf.* in meridionaler Richtung von vorn nach hinten durchschnitten. Die circa 10 Mm. lange Wunde wurde dann mittelst feiner Häkchen auseinander gehalten, das Blut abgetupft. Alsdann setzte ich ein Staarmesser (mit dem Rücken gegen den Bulbus) 2—3 Mm. weit vom Cornealrande an und führte es durch die Bulbuswand gegen einen 5—6 Mm. in meridionaler Richtung rückwärts gelegenen Punct zur Contrapunction. Die Häkchen wurden jetzt zum Aufsperren der Bulbuswunde verwendet und der Cysticercus schlüpfte aus derselben heraus. Man könnte also auch mit einer gekrümmten Pincette eingehen, den fremden Körper hervorzuholen. Meridionale Wunden schliessen leichter und treffen weniger Gefässe quer.

§ 136. Für die Entfernung **fremder Körper aus der Orbita** lassen sich keine andern Regeln aufstellen, als die durch die Anatomie und durch allgemeine

---

1) A. f. O. IX. b. 78.

Grundsätze der Chirurgie gegebenen. Nähere Anhaltspuncte können allenfalls durch die ziemlich reichhaltige Casuistik gewonnen werden, wie sie die Werke von MAKENZIE [1]), von W. COOPER [2]), von ZANDER und GEISSLER [3]) und verschiedene Zeitschriften [4]) bieten.

X. Durchschneidung der Sehne eines Augenmuskels.

§ 137. Wir durchschneiden die Sehne eines geraden Augemuskels so knapp als möglich an der Sclerotica, um deren Anheilung an einer weiter rück- oder an einer weiter vorwärts gelegenen Stelle der Sclerotica einzuleiten. Der Zweck ist also Rücklagerung bei überwiegender, Vorlagerung bei unzureichender Wirkung des betreffenden Muskels.

Nachdem STROMEYER [5]) die Muskeldurchschneidung als Mittel gegen Strabismus empfohlen und DIEFFENBACH Ende October 1839 [6]) sie ausgeführt hatte, wiesen RUETE in Göttingen [7]) und L. BOYER in Paris [8]) durch Versuche an Thieren nach, dass der Muskel weiter hinten an die Sclerotica anheile. »Soll die Operation von bleibendem Erfolge sein, so muss sich die Schnittfläche des hintern Endes zurückziehen und weiter hinten mit dem Bulbus vereinigen. Der Muskel wird auf diese Weise indirect, wenn auch nur um 1—2 Linien verlängert.« [9]) BONNET in Lyon gab nähere Aufschlüsse über das Verhalten der Muskelsehnen zur *Tunica vaginalis* [10]), und BÖHM [11]) betonte die Nothwendigkeit, den Schnitt dicht an der Sklera zu führen. FL. CUNIER [12]) hat zuerst die Correctur durch die Bindehautnaht angegeben, und JUL. GUÉRIN [13]) hat unstreitig das Verdienst, die Vorlagerung des zu weit retrahirten Muskels zuerst zur Sprache gebracht zu haben, deren Verwendung bei Muskelinsufficienzen überhaupt wir vorzugsweise ALBR. v. GRÄFE [14]) zu verdanken haben. Die Grundzüge der Gräfe'schen Verbesserungen, durch welche der wegen fehlerhafter Ausführung in Misscredit gefallenen Operation wieder die gebührende Stellung vindicirt wurde, finden wir bereits in der deutschen Klinik 1853 Nr. 35. Durch CRITCHETT (Lancet 1855) endlich wurde die Vorlagerung oder Vornähung unwirksamer Muskeln wesentlich verbessert.

Bevor man zu einer Rück- oder Vorlagerung schreitet, soll man nicht nur über die Anzeigen, sondern auch über die Lage und Grösse der Insertionslinie des betreffenden Muskels genau orientirt sein. Diese bildet bei allen 4 Recti eine leicht geschweifte Bo-

---

1) Traité pratique trad. par Warlomont et Testelin. Paris 1856.
2) On Wounds and Injuries of the Eye. 1859.
3) Die Verletzungen des Auges. Leipzig und Heidelberg 1864.
4) Für die neuere Zeit ZEHENDER's klin. Monatsbl.
5) Beiträge zur oper. Orthopädie. Hannover 1838.
6) Medic. Zeitung des Vereins für Heilkunde in Preussen.
7) Schielen und seine Heilung. 1841.
8) Gaz. méd. 1841. Nr. 3.
9) RUETE nach Versuchen an Kaninchen und Hunden. p. 99.
10) Traité des sections tendineuses et musculaires dans le strab. 1841.
11) Schielen und Sehnenschnitt. Berlin 1845.
12) Ann. d'ocul. 1841. T. V. p. 222 und T. VI. p. 49.
13) Rapports sur les résultats obtenus dans l'oper. du strab. Ann. d'ocul. 1849.
14) A. f. O. III. a.

genlinie mit der Convexität nach vorn. Die Mitte des Bogens fällt beim innern und äussern in den horizontalen Meridian, bei obern in den vertikalen, beim untern etwa 1 Mm. nasenwärts von diesem. Die Sehne des Bogens ist bei kleinen Augen etwas kürzer, durchschnittlich 7—9 Mm. lang. Die Dicke der Insertionslinie kann auf 0,4 Mm.—0,5 Mm. angeschlagen werden; gegen die Ränder wird sie dünner, manchmal auch unterbrochen; seltener fallen einzelne Fasern hinter diese Linie, treten früher an den Bulbus. Der Abstand des Mittelpunctes von der Cornea beträgt im Mittel: beim Int. 5,5 Mm., beim Ext. 7,5 Mm., beim Sup. und Inf. 6,5 Mm., und bei diesen steht der mediale Rand näher gegen die Cornea, als der temporale. Bei Hypermetropen kann dieser Abstand bis um 1 Mm. kleiner, bei Myopen wohl um mehr als 1 Mm. grösser sein. Auf das Durchscheinen der Sehne ist im Allgemeinen nicht zu rechnen. Gut ist es, vor und bei der Operation sich an dem Verlaufe der vordern Ciliargefässe eine Marke für die Lage des Muskels zu nehmen, weil Manche den Bulbus in dem Momente, wo man ihn fixiren will, verdrehen. [1])

I. Die Rücklagerung.

§ 138. Die Rücklagerung wird vorgenommen an dem contrahirten Muskel bei Strabismus, an dem Antagonisten bei Insufficienz eines Muskels, bald nur auf einem, bald auf beiden Augen, in einer oder in verschiedenen Sitzungen und in Combination mit der Vorlagerung eines zu weit retrahirten oder eines gelähmten Muskels. Ausnahmsweise durchschneiden wir den *R. superior*, um eine bleibende Abwärtswendung der Cornea behufs der Verwerthung einer künstlichen Pupille zu bewirken, wenn das andere Auge unrettbar verloren und auf dem betreffenden die Anlegung einer Pupille nur hoch oben möglich ist.

A. Operation bei Strabismus.

§ 139. **Vorbereitung.** Wenn irgendwo, so ist behufs der Strabismusoperation eine Vorbehandlung nöthig, wenigstens in sehr vielen Fällen. Das Ziel dieser Vorbehandlung geht auf die Beseitigung von Complicationen, d. h. von Momenten, welche entweder zur Entwicklung des Schielens mit beigetragen haben, z. B. heilbare Hornhauttrübungen, oder welche in Folge des Schielens aufgetreten sind, namentlich Insufficienz des Antagonisten, accommodative Asthenopie, Torpor retinae, sämmtlich wegen mangelhafter Functionsübung nach längerem Bestande unilateraler Ablenkung eines Auges. Wo diese Complicationen nicht bestehen oder auf ein Minimum beschränkt sind, findet man nach der Tenotomie ein die richtige Stellung wesentlich unterstützendes Mittel in dem Gesetze, dass die associirten und accommodativen Bewegungen geregelt werden durch Impuls von der Netzhaut, nämlich durch den Drang, die relativ empfindlichste, die anatomisch und optisch am meisten begünstigte Stelle, i. e. die *Macula lutea* jedes Auge dem Objecte gegenüber zu stellen, somit die Augen. wenn nicht streng, so doch annähernd harmonisch zu stellen und zu bewegen.

Einen oder einige Tage vor der Operation sollen folgende Momente bestimmt und notirt werden:

---

1) Arlt, Krankh. III. 180.

1. Die **Richtung der Ablenkung**, nach innen, aussen, oben, unten. Bei Ablenkung nach innen-oben (oder aussen-oben etc.) ist zu ermitteln, ob und in welchem Grade der *R. superior* mit betheiligt sei. Dies erfahren wir aus der **Secundärablenkung** des fixirenden Auges, wenn wir vor dasselbe die Hand halten und das für gewöhnlich schielende Auge zum Fixiren verwenden lassen. Weicht das Auge hinter der Hand bloss nach innen, so ist der Fall wie einer mit einfacher Convergenz zu behandeln; weicht das verdeckte Auge nicht bloss nach innen, sondern zugleich nach unten ab, so wird die Durchschneidung des *R. internus* und zugleich (oder später) auch die des *R. superior* nöthig sein. [1])

2. Die **Art des Schielens**, ob alternirend oder unilateral, und ob beständig oder zeitweilig und dann ob beim Nahe- oder Fernsehen, bei gedankenlosem Blicke.

3. Der **Grad** (der Schielwinkel, d. i. der Winkel, welchen die fehlerhaft gerichtete Sehlinie mit der auf ~~das Objekt gerichteten Sehlinie einschliessen würde~~). Da derselbe je nach der Entfernung des Objektes und wohl auch nach dessen Lage (in der Mitte des Gesichtsfeldes oder gegen dessen Peripherie hin) wechselt, so werde das Objekt, z. B. eine Kerzenflamme, in einer bestimmten Entfernung, etwa 3 Meter, und in der Medianebene vorgehalten, dabei jedoch der Kopf fixirt. Bei *Str. convergens* kann man den Grad als einen **geringen** bezeichnen, wenn das schielende Auge unter den eben angegebenen Verhältnissen mit dem Hornhautrand höchstens bis an die Thränenpunctlinie (Verbindungslinien der Thränenpuncte) streift, als einen **mittlern**, wenn der Hornhautrand höchstens bis zur Carunkel reicht, und als **hochgradigen**, wenn sich der Hornhautrand mehr weniger hinter der Carunkel verbirgt — Etwas genauer geht man nach v. Gräfe vor, wenn man den relativen Stand des Corneal- oder Pupillencentrums zum Rande des unteren Lides als Marke nimmt, oder, was bei hochgradigem *Strabismus convergens* besser ist, den Stand eines Punctes (mit Tinte zu markiren oder nach der Entfernung von der äusseren Commissur in Millimetern zu bestimmen) an dem untern Lide senkrecht unter dem äusseren Endpuncte des horizontalen Hornhautdurchmessers. Man kann dann sagen, man habe es mit einer Ablenkung von 2, 3, 4 Mm. etc. zu thun. [2])

4) Den **Excess oder das Plus der Excursionsfähigkeit des schielenden Auges** (und ebenso des nichtschielenden) nach Seite des contrahirten Muskels, und das **Minus** nach Seite das Antagonisten, ebenfalls durch Maasseinheiten am untern Lide relativ zum Stande der Cornea auszudrücken. Augen mittlerer Grösse und Lage (tief, flach) können in der Visirebene einen Bogen beschreiben, so dass der Hornhautrand bei der stärksten Einwärtswendung an die Carunkel, beim Gegentheile an die äussere Commissur streift. Bei sehr kleiner sowie auch bei sehr hervortretender Cornea kann der Hornhautrand diese Grenzen nicht erreichen, und bei sehr tiefliegenden Augen pflegt er sie zu überschreiten. Bei hochgradigem, namentlich bei inveterirtem unilateralem (nicht alternirendem) Ein- oder Auswärtsschielen sind diese Grenzen deutlich verrückt, bei jenem nach der Nase, bei diesem nach der Schläfe. Allmählich wird der Bogen wohl auch kleiner, indem der Antagonist mehr und mehr insufficient wird, weil er nie zur vollen Thätigkeit gelangt. Dann kehrt der Bulbus wohl nur in die mittlere Lage zurück, welche er bei normaler Actionsfähigkeit **aller** Muskeln einnimmt, und, würden wir jetzt sämmtliche Muskeln lähmen, so würde der Bulbus die Lage, welche ihm einmal angewiesen ist, schon vermöge seiner Verbindung mit seiner Hülle, mit seinem Gehäuse behalten. Heissen wir einen Kranken mit frischer Abducenslähmung gradaus blicken, so kehrt der Bulbus in die mittlere Lage zurück (mit gerade nach vorn gerichteter Sehachse), sobald der Impuls auf den *R. internus* nachgelassen hat. Dieses Zurückkehren ist nicht die Folge irgend einer

---

1) Alfr. Gräfe, Motilitätsstörungen. Berlin 1858.
2) A. f. O. III. a. 195.

activen Muskelwirkung, sondern davon, dass der Bulbus und der *N. opticus* durch den elastischen Zug der umgebenden Gebilde in die gewohnte Lage zurückgelenkt werden. (v. Gräfe.) Die habituell gewordene fehlerhafte Lage schielender Augen ist um so mehr in Anschlag zu bringen, je mehr die Actionsfähigkeit des Antagonisten gelitten hat, und je mehr sie nicht bloss an dem einen, sondern auch an dem zweiten Auge sich eingenistet hat.

Alle Ein- oder Auswärtsschielenden nehmen, wenn das Schielen nicht alternirt, allmählich bleibend eine schiefe Kopfhaltung an.[1]) Dies führt zu ganz analoger Veränderung der Lage und Beweglichkeit des andern, des zum directen Sehen verwendeten Auges. Die Drehung des Kopfes um die vertikale Achse erfolgt zunächst nicht, um den »falschen Blick« zu maskiren. Sie ist dem Schielenden Bedürfniss in dem Maasse, als er einen stärkeren Grad von Convergenz (oder Divergenz) braucht. Bei gerade gehaltenem Kopfe müsste er, um ein gerade vor ihm befindliches Object in der Sehlinie zu behalten, das schielende Auge allein sehr stark ein- resp. auswärts wenden; dies ist ihm unbequem, viel beschwerlicher, als wenn er zum Zustandebringen der geforderten Convergenz auch den Internus des fixirenden Auges mitwirken lässt, dafür aber, um das Object doch vor der *Mac. lutea* zu haben, den Kopf nach der Seite des fixirenden Auges dreht.

5. Die Sehschärfe in den verschiedenen Regionen der Netzthaut, namentlich ob noch mit der *Mac. lutea* relativ am besten gesehen werde, der Refractionszustand beider Augen und die Ausdauer des schielenden Auges bei Separatübungen (mit Hülfe von Convexgläsern).

6. Endlich das Auftreten von Doppelbildern, die Möglichkeit solche hervorzurufen durch Vorhalten von Prismen, von gefärbten Gläsern vor das bessere Auge u. s. w. Je schlechter die centrale Sehschärfe und je schwerer sich Doppelbilder wachrufen lassen, desto mehr wird nachher der Hauptfactor zur richtigen Stellung und Bewegung fehlen, nämlich der von der Netzhaut ausgehende Impuls zu den associirten und accommodativen Bewegungen.

§ 140. **Vorgang bei der Operation.** Wenn man nicht bei Kindern unter 9—10 Jahren oder bei sehr Ungebärdigen operirt, so ist es vortheilhaft, die Narkosis zu meiden. Der Operateur sitzt dem Kranken gegenüber oder etwas zur Seite. Die Lider können vom Assistenten, welcher den Kopf fixirt, gut auseinander gedrängt werden, doch ist das Einlegen eines Sperrelevateurs für den Schnittarzt, um mich des Bartisch'schen, von Ritterich[2]) wiedergebrauchten Ausdruckes zu bedienen, bequemer und sicherer. Das nicht zu operirende Auge werde verbunden; der Kranke kann dann das zu operirende besser dirigiren.

In dem Momente, wo der Kranke das Auge (bei *Str. convergens*) auswärts wendet oder der Assistent dasselbe mit einer Pincette auswärts rollt, fasst der Operateur die Bindehaut vor der Insertionslinie des *R. internus* (wenn dieser zu durchschneiden ist) mit einer Blömer'schen Pincette, eine Branche oben, die andere unten, in eine Falte und schneidet diese vertikal ein, neben der Pincette, auf der zur Cornea gerichteten Seite, mit einer kleinen Louis'schen Scheere, deren Spitzen etwas abgerundet sein sollen. (Seit einigen Jahren bediene ich mich dieser von v. Gräfe eingeführten Scheere statt der von Dieffenbach benützten rabenschnabelförmigen.) Ist die Wunde nicht 6—7 Mm. lang, so er-

1) Arlt, Medic. Jahrb. 1842. p. 88 und Krankh. III. 298.
2) Schielen. Leipzig 1843.

weitere man dieselbe. Sofort lasse man die Bindehaut los, schliesse die Pincette und dringe damit knapp am Bulbus, resp. auf der Sehne des Muskels, 2—3 Mm. weit rückwärts, lasse die Pincette sich auf 7—8 Mm. öffnen, sehe jetzt darauf, dass sie nahezu senkrecht auf dem Bulbus stehe, und schliesse sie unter stetem Andrücken an die Sklera. Sobald der Muskel auf diese Weise ganz oder grösstentheils gefasst ist, trenne man ihn mit der Scheere los, die Convexität zum Bulbus gerichtet, indem man vom untern Rande der Sehne aus ein Blatt darunterschiebt, und nach und nach weiter aufwärts vorgeht, das eingelegte Blatt mit der Schneide gegen die Hornhaut hin, d. i. gegen die Sehneninsertion drängend. Hiermit kann die Operation beendet sein.

Wenn man die Sehne durchschnitten zu haben meint und die Blutung gestillt hat, lasse man den Bulbus stark nach der entgegengesetzten Seite wenden. Tritt in der klaffenden Wunde die Sclerotica frei zu Tage, so darf man annehmen, dass die Sehne ganz durchschnitten, dass höchstens an dem einen Rande eine Faser ungetrennt sei. Wird die Sklera nicht sichtbar oder will man überhaupt der vollständigen Durschschneidung ganz sicher sein, so nehme man einen kleinen stumpfen Haken (T. II, Fig. 4) und führe ihn als Sonde knapp an der Sklera und knapp hinter der Insertionslinie nach dem einen und nach dem andern Wundwinkel. Es ist nicht schwer, an dem harten Widerstande, den man beim Anziehen gegen die Cornea hin findet, stehen gebliebene Fasern zu erkennen und sofort mit der Scheere zu durchschneiden, ohne dass man die äussere Wunde zu vergrössern braucht. Wenn man mit dem Ende des Hakens sich nicht genau an die Sklera hält oder zu weit rückwärts ausgreift, kann man sich leicht in der seitlichen Einscheidung verfangen und dennoch Sehnenfasern verfehlen, aber auch Ecchymosen veranlassen. Wo man also keinen harten Widerstand findet, betrachte man die Operation vorläufig als beendet, entferne den Lidhalter, stille die Blutung durch Anhalten von Schwämmchen oder Charpie, in kaltes Wasser getaucht, und schreite zur Prüfung des Effectes.

§ 141. Der **momentane Effect** kann genügend, ungenügend oder übermässig sein. Den Massstab hierfür giebt zunächst die Beschränkung der Beweglichkeit des Bulbus nach der Seite des abgelösten Muskels, nicht, wie der Laie meint, »die Herstellung des geraden Blickes,« welche allerdings manchmal in überraschender Weise eintritt, aber auch trotz richtiger und genügender Ablösung noch fehlen kann.

In zweiter Instanz ist die Fähigkeit, die nöthige Convergenz der Sehaxen bis zur Nahepunctsregion aufzubringen und zu erhalten, durch Fixationsversuche zu prüfen.

Kann das Auge nach der Durchschneidung des *R. internus* (resp. *externus*) nur ad normam einwärts (resp. auswärts) gestellt werden, d. h. so weit, als sich nach seiner Lage (flach, tief) und Grösse erwarten liesse, wenn es nie geschielt hätte, so hat die Operation ihre Aufgabe gelöst, gleich viel ob der Operirte noch schielt oder nicht, und man hat nur noch zu prüfen, ob nicht bei stärkerer Annäherung der in der Medianebene vorgehaltenen Objecte (bis in die Nahepunctsregion) bereits Divergenz auftrete, in welchem Falle man die Mittel zur Beschränkung des Effectes anwenden müsste.

Könnte das Auge nach Durchschneidung des Internus nicht mehr ad normam einwärts gerollt werden, so beeile man sich, das Zu-weit-hinten-anheilen der Sehne durch Zusammennähen der Bindehautwunde (Mitfassen des subconjunctivalen Bindegewebes) und, wo das ungenügend erachtet werden müsste, noch dadurch zu verhüten, dass man einen langen Faden durch die Sehne des *R. externus* einzieht und mittelst desselben, indem man ihn mit Pflastern auf der andern Seite der Nase befestigt, den Bulbus 2—3 Tage lang mehr weniger stark einwärts gerollt erhält. Es müssen dann beide Augen eben so lange geschlossen gehalten werden.

Bei der Anlegung der Bindehautnaht sei man, wenn sich's um starke Correctur handelt, darauf bedacht, dass man einerseits oben und unten nächst der Cornea möglichst viel Bindehaut und subconjunctivales Bindegewebe, andrerseits nicht nur die Bindehaut und *Tunica vaginalis*, sondern wo möglich auch die Sehne selbst mit in die Naht einbeziehe, damit der Faden nicht vor 36 Stunden durchschneide und auch genügend auf den Muskel wirke. Die Sutur macht wohl die Narkosis wünschenswerth. Bei leichten Graden von *Strab. convergens*, welche auch unter vorsichtiger Ablösung der Sehne leicht übercorrigirt werden können, wenn der Antagonist die normale Actionsfähigkeit besitzt, sei man jederzeit auf das Nöthigwerden der Sutur vorbereitet. Sie ist das einzig verlässliche Mittel gegen das Umschlagen in *St. divergens*, sobald man nach der Durchschneidung Insufficienz des Muskels bemerkt.

Das Umschlagen in *Str. divergens* ist wohl das schlimmte Ereigniss, welches dem Operateur, der nicht etwa den Bulbus ansticht, oder Anlass zu ausgebreiteter Bindegewebsentzündung giebt, begegnen kann. Hätten die eben angegebenen Encheiresen nichts gefruchtet, so müsste später die Vorlagerung vorgenommen werden. Ein Umschlagen in *Str. convergens* nach Durchschneidung des *R. externus* ist kaum je zu besorgen; hier genügt selbst die bilaterale in einer oder in zwei kurz auf einander folgenden Sitzungen vorgenommene Durchschneidung oft nicht, wenn sie nicht mit Schlitzung der *Tun. vaginalis* in ausgiebiger Weise nach oben und unten ausgeführt wird.

Kann endlich das Auge noch über die Norm einwärts gerolllt werden, und zwar in hohem Grade (2 Mm. und darüber), so ist es erlaubt, die Wunde auf Kosten der Scheidenhaut successive etwas zu erweitern, vorausgesetzt, dass man sich mit dem Haken von dem Nichtvorhandensein einer directen Verbindung des Muskels mit der Sklera überzeugt hat, sei es seitlich oder an der Innenfläche des Muskels (hinter der Insertionslinie). Nach jeder kleinen Trennung ist die Excursionsfähigkeit neuerdings zu prüfen. Bei guter Actionsfähigkeit des Antagonisten wird es indess meistens gerathen sein, die nöthige Correctur durch die Durchschneidung des gleichnamigen Muskels auf dem andern Auge nach 2—3 Tagen zu bewirken. — Ist das Plus der Excursionsfähigkeit gering, so sei man mit jeder augenblicklichen Correctur um so vorsichtiger, je weniger tief in der Orbita der Bulbus liegt und je besser die Actionsfähigkeit des Antagonisten erhalten ist. Die Correctur werde dann durch die orthopädische Nachbehandlung namentlich mit Convexgläsern angestrebt und, falls diese nicht ausreichen sollte, durch die in Zeit von 2—3 Wochen nachgeschickte Tenotomie am zweiten Auge bewirkt.

Die Prüfung der accommodativen Thätigkeit gleich nach der Operation ist von grosser Wichtigkeit, wenn wir bei mittlerer Objectdistanz (etwa 3 Meter) in der Mittellinie noch eine leichte Convergenz (etwa 1 Mm.) finden.

a. Finden wir, centrale Fixation vorausgesetzt, dass bei Annäherung des Objectes auf circa 30 Cm. das operirte Auge, während das andere um etwa 1 Mm. dabei einwärts rückt, in der früheren Lage bleibt, also jetzt mit dem andern eine symmetrische Lage zum Objecte einnimmt, und dass bei noch stärkerer Annäherung des Objectes das operirte Auge sich nicht so wie das andere weiter einwärts wendet, so haben wir Ursache, nach längerer Zeit Divergenz dieses Auges zu besorgen und müssen daher den Effect durch die Sutur etwas abschwächen.

b. Finden wir bei Annäherung des Objectes auf circa 30 Cm., dass das opeperirte Auge nicht gleich dem andern nur um etwa 1 Mm., sondern 2 Mm. einwärts geht, demnach in Summa etwa 3 Mm. zu weit nach innen steht, so wird es wahrscheinlich nöthig sein, nach einiger Consolidirung der Narbe (2—3 Wochen) die Ablösung des gleichnamigen Muskels an dem zweiten Auge vorzunehmen.

c. Finden wir bei Annäherung des Objectes, dass das operirte Auge schon bei 30 Cm. Objectdistanz deutlich nach aussen abweicht, so wird eine Beschränkung des Effectes nöthig, selbst wenn dadurch für mittlere Objectdistanzen ein stärkerer Grad von Convergenz bewirkt werden sollte. (Diese Prüfung der accommodativen Thätigkeit hat Gräfe [1]) angegeben.)

§ 142. **Andere Methoden der Rücklagerung.** Die Dieffenbach'sche und einige davon wenig abweichende Methoden haben nur mehr historische Bedeutung. Die oben beschriebene Methode übe ich seit dem Jahre 1840 mit unwesentlichen Abweichungen (Einlegen des Sperrelevateurs, eine nach der Fläche statt auf die Schneide gebogene Scheere). Gräfe [2]) bediente sich zum Fassen, eigentlich Umgreifen des Muskels eines grossen stumpfen Hakens (T. II, Fig. 5), dem er zum Sondiren einen etwas kleineren substituirte. Nach verticaler Einschneidung der Bindehaut diesseits der Insertionslinie und Eröffnung der *Tun. vaginalis* führte er den Haken nächst dem obern Rande erst etwas aufwärts und drehte dann das freie Ende so abwärts zwischen Sklera und Muskel, dass er den obern Rand sicher umging. Nach Aufladung des Muskels und unter ziemlich starker Anspannung desselben präparirte er die Sehne von vorn nach hinten mit der krummen Scheere möglichst rein los, die Concavität zum Bulbus gerichtet. Dass er dabei die Narkosis nicht wohl entbehren konnte, ergiebt sich aus der Schmerzhaftigkeit des Anziehens mit dem Muskelhaken.

Andere Operateure namentlich in England (Bowman, Critchett) üben die sogenannte subconjunctivale Tenotomie, welche bereits von L. Boyer (v. Gräfe l. c.) gemacht worden war. Die Bindehaut wird nicht vertikal, sondern horizontal, längs des untern Randes des Muskels eingeschnitten. Nach Einführung eines Hakens wird die Sehne mit einer Scheere, ein Blatt zwischen

1) A. f. O. III. a.
2) A. f. O. III. a.

Sklera und Sehne, das andere zwischen Sehne und Bindehaut, durchtrennt. Man will dadurch theils zu starker Rücklagerung, theils der Zurückziehung der Karunkel vorbeugen. Wenn man indess den vertikalen Bindehautschnitt noch 1,5—2 Mm. diesseits der Insertionslinie macht und nicht mehr als auf höchstens 7 Mm. erweitert, und wenn man die Rücklagerung nicht durch starkes Eingreifen in die seitliche Invagination erzwingt, sondern die nöthige Correctur lieber durch bilaterale Operation in einer oder in zwei bald auf einander folgenden Sitzungen zu erzielen sucht, wird man kaum je ein entstellendes Einsinken der Karunkel zu beklagen haben, und den zu starken Effect kann man, abgesehen von der Sutur, auch dadurch verhüten, dass man den vertikalen Schnitt, nur 5—6 Mm. lang, vor den untern zwei Dritteln der Insertionslinie anlegt und von da aus das obere Drittel der Sehne in ähnlicher Weise mit der hinter der Bindehaut eingeführten Scheere, also subconjunctival, durchschneidet.

Um das Mitgezogenwerden der Bindehaut und der Karunkel zu verhüten und dennoch eine starke Rücklagerung auszuführen, hat Liebreich[1]) empfohlen, von der weit vor der Insertionslinie angebrachten vertikalen Bindehautwunde aus die Bindehaut mit einer kleinen krummen Scheere bis zur Karunkel hin zu unterminiren (von der Tenon'schen Kapsel und von der *Fascia tarso-ocularis* zu trennen), dann die Sehne zu durchschneiden und darauf die Bindehautsutur anzulegen.

Das eklektische Verfahren von Snellen[2]) besteht darin, dass man den Schnitt längs des Muskels und zwar mitten zwischen beiden Rändern führt, von da aus die Bindehaut nach beiden Seiten und bis zur Karunkel unterminirt, und dann zur Muskeldurchschneidung schreitet. Der mit einer Blömer'schen Pincette gefasste Muskel wird so nahe als möglich an der Sklera mit der Scheere so eingeschnitten, dass man zuerst in der Mitte der schrägen Insertion eine Oeffnung bildet, und von dieser aus dann mit der subconjunctival geführten Scheere nach den beiden Seitenrändern hin die ganze Sehne trennt. Der stumpfe Haken wird nur zum nachträglichen Sondiren verwendet, daher auch das Anästhesiren nicht nöthig erscheint.[3])

Die zuerst von v. Gräfe vorgeschlagene und geübte partielle Tenotomie, wobei $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ der Insertion ungetrennt bleiben soll, um eine geringe Rücklagerung zu erhalten, habe ich gleich den eben besprochenen Modificationen nie vorgenommen, weder bei Strabismus, noch bei Insufficienz, bei welcher sie vorzugsweise anempfohlen wurde. Wenn ich einmal bei Durchschneidung wegen Strabismus auch nur eine oder die andere Sehnenfaser ungetrennt gelassen hatte, Uebercorrectur fürchtend und Abhülfe von der Nachbehandlung erwartend, so war der Effect immer nur ein transitorischer. v. Gräfe[4]) selbst scheint in späterer Zeit die partielle Tenotomie als nicht recht verlässlich anerkannt zu haben.

§ 143. Um den **Effect auf unblutige Weise zu steigern**, hat man vorgeschlagen, den Operirten zur Blickrichtung nach der entgegengesetzten Seite aufzumuntern oder durch die sogenannten Schielbrillen zu zwingen. Wahrscheinlich ist auf

1) A. f. O. XII. b.
2) Klin. Mon. 1870. Jäner.
3) Halbertsma, Inauguraldiss. Utrecht 1869.
4) Klin. Mon. 1863, Heidelberger Congress.

diesem Wege nie etwas Erklekliches erreicht worden. Bei insufficienter Action des Antagonisten hat v. Gräfe empfohlen, den Zug desselben durch eine vor ihm angelegte Bindehautligatur zu ersetzen, analog der Gaillard'schen Hautligatur bei Ektropium, und Knapp[1]) umsticht eine grössere Bindehautpartie zwischen der Hornhaut und der Sehne des *R. externus* mit einem feinen Faden von oben nach unten, führt das eine Ende durch die Cutis der äussern Commissur, und knüpft dann beide Enden so zusammen, dass die Hornhaut in beliebigem Grade nach aussen gerollt werden kann. Bei hochgradigem *Str. divergens*, welcher bekanntlich auch durch ausgiebige bilaterale Muskelablösung schwer zu beheben ist, erzwingt Knapp die Einwärtsrollung bis zur Verklebung der Muskelenden mit weiter rückwärts gelegenen Partien in anderer Weise. Er versieht einen Faden mit zwei Nadeln, führt die eine dicht an der Hornhaut 3—4 Mm. über dem horizontalen Meridiane von oben nach unten durch die Bindehaut, so dass sie im horizontalen Meridiane hervortritt; die andere führt er von unten in analoger Weise durch die Bindehaut. Jede der Nadeln wird nun durch die innere Commissur geführt, eine neben der andern. Durch Anziehen des Fadens und Knüpfen seiner Enden vor der innern Commissur kann der Bulbus hinreichend stark einwärts gerollt werden.

In der oben beschriebenen Weise verrichtet, ist die Operation nicht nur ganz gefahrlos, sondern auch wenig schmerzhaft und in 1—2 Minuten beendet. Schmerzhaft ist, wie ich aus den nach Dieffenbach operirten Fällen ersah, das Umgehen oder Umgreifen, insbesondere aber das Anziehen und Anspannen des Muskels, um ihn mit der Scheere durchschneiden zu können. Daher konnte man bei diesem Vorgange auch die Anaesthetica nicht wohl entbehren. Hat man den Muskel mit der Pincette gefasst, so braucht man ihn nicht hervorzuziehen. Dass es bei Anwendung des Hakens zur Fixirung und Anspannung des Muskels auch leicht zu ausgebreiteter Ablösung der *Tunica vaginalis* von der Sklera, zu Bluterguss, selbst zu Lufteintritt kommen kann, wenigstens wenn der Patient unruhig wird, ist hinreichend bekannt. Entzündung mit Eiterung in der Umgebung ist meines Wissens nur nach der Operation mit Aufladung des Muskels auf den Haken vorgekommen. Wecker[2]) hat mehrere solche Fälle von verschiedenen Seiten aufgezählt. Ich habe seit dem Jahre 1840 mindestens 800 Operationen in der angegebenen Weise verrichtet[3]) und auch nicht ein einziges Mal eine Reaction bekommen, welche die Anwendung einer Antiphlogose erheischt hätte. Das Sondiren mit dem kleinen Muskelhaken verursacht erheblichen Schmerz nur dann, wenn man eine grössere Partie zum nachträglichen Durchschneiden hervorzieht; durch ruhiges Vorgehen während des ersten Momentes lässt sich das Ungetrenntlassen grösserer Partien meistens vermeiden, und auch diese kann man mittelst der subconjunctival eingeführten Scheere und ohne starke Hervorzerrung durchtrennen. Man kann die totale Durchschneidung gleich im 1. Moment bloss mittelst Pincette und Scheere gerade so vollständig ausführen, wie nach der Aufladung auf den Muskelhaken, und bei mittleren und hohen Graden von Strabismus darf man sich dieses Vortheiles ohne weiteres bedienen. Wenn es sich aber um geringe Ablenkungen handelt oder um mittlere Ablenkungen bei normal functionsfähigem Antagonisten, so verdient die successive Erweiterung der Wunde in der Tenon'schen Kapsel den Vorzug.

---

1) Klin. Mon. 1865. p. 347.
2) Traité des mal. Paris 1869. II. 1046.
3) Medic. Jahrb. 1842.

§ 144. **Heilungsvorgang.** Der von der Sklera einfach abgelöste Muskel zieht sich schon vermöge seiner Innervation um einige Millimeter zurück. Das sieht man nach der Durchschneidung des *R. internus* bei Lähmung des *R. externus*. Mit dieser Durchschneidung ist ein aliquoter Theil der ihm überhaupt innewohnenden Verkürzungsmöglichkeit erschöpft, verloren. Der Abstand seiner Sehne von der früheren Insertionslinie kann, so lange nicht feste Anlöthung erfolgt ist (3—4 Tage), um etwas gesteigert werden durch erhöhte Contraction des Antagonisten. Die weitere Zurückziehung wird dadurch gehemmt, dass die von der *Tun. vaginalis* wie von einer Scheide oder Hülse umgebene Muskelsehne mittelst dieses membranösen Gebildes mit der Sclerotica und mit der Conjunctiva verbunden bleibt. Insbesondere ist es, mit v. Gräfe [1]) zu sprechen, die seitliche Einscheidung, die längs der Ränder bestehende Verbindung mit der *Tunica vaginalis*, welche die quer durchschnittene Sehne an den Bulbus fesselt. Die Incision der Scheide nach den Seiten hin, über die Muskelränder hinaus, lockert diese Fessel am meisten. Die Verbindung der Innenfläche des Muskels mit der Sklera gleich hinter der Insertionslinie ist locker und dehnbar, und leistet kaum einen beachtenswerthen Widerstand. Die Verbindung der den Muskel aussen überkleidenden Scheide mit der Bindehaut ist fester, aber vermöge der grossen Dehnbarkeit dieser Verbindung (man denke an *Oedema conjunctivae*, an *Pterygium* etc.) und der Bindehaut überhaupt lässt sich auf ein Entgegenwirken gegen das Zurückziehen des Muskels seitens der Bindehaut nicht rechnen und wird eher die Bindehaut von dem Muskel zurückgezogen.

Einflussreicher ist die permanente, habituel gewordene Verrückung des Bulbus aus seiner mittleren Lage bei inveterirtem *Strab. unilateralis* und die mit ihr Hand in Hand gehende Insufficienz des Antagonisten. Diese Momente treten der weiteren Entfernung der abgelösten Sehne von der Insertionslinie hindernd entgegen.

Die Contraction oder, wenn man will, die Innervation des durchschnittenen Muskels wird aber bis zu einem gewissen Grade beeinflusst (gebannt) von der Contraction des gleichnamigen Muskels des anderen Auges, denn die beim Ein- oder Auswärtsschielen eingehaltene Con- oder Divergenz (der Grad des Schielwinkels) wird eben (bei nicht fixirtem Kopfe) nicht durch uni- sondern durch bilaterale Contraction der gleichnamigen Muskeln zu Stande gebracht. Man irrt, wenn man meint, beim Ein- oder Auswärtsschieben finde für gewöhnlich nur an einem Auge excessive Contraction statt.

Die Erfahrung zeigt uns nach unilateraler Durchschneidung zwei sehr beachtenswerthe Thatsachen: 1. Nach vollständiger Ablösung des *R. internus* und nach Beseitigung des Plus der Excursionsfähigkeit besteht noch Strabismus, meistens auf dem operirten, manchmal aber auf dem früher fixirenden Auge. Lässt man sich durch das Fortbestehen des »schiefen Blickes« auf dem operirten Auge verleiten, durch Erweiterung der Wunde in der *Tunica vaginalis* die richtige Einstellung für den gradaus gerichteten Fernblick zu erzwingen, so bekommt man sogleich oder später Divergenz mit mehr weniger lästigen und hartnäckig fortbestehenden gekreuzten Doppelbildern, und der Kranke ist nach der Operation schlimmer daran, als vor derselben. Lässt man ohne weitere Correction Heilung der Wunde

---

1) Deutsche Klinik. 1853. Nr. 35.

eintreten, so ist nach Ablauf weniger Wochen die frühere Ablenkung in demselben oder doch in einem nicht lohnend geringerem Grade vorhanden. 2. Wir haben die Sehne vollständig, aber nicht darüber hinaus durchschnitten, das Plus der Excursionsfähigkeit nach innen ist beseitigt, die Ablenkung besteht auf diesem Auge fort, wenn wir den Kranken bei fixirtem Kopfe ein gerad vor ihm liegendes Object in einigen Metern Entfernung fixiren lassen, aber die Ablenkung ist geringer, z. B. 5 Mm. nach dem Stande der Cornea zum untern Lide. Wir durchschneiden nun den inneren Rectus an dem andern Auge sogleich oder, wenn wir wegen gut erhaltener Actionsfähigkeit des Antagonisten, flacher Bulbuslage oder bereits gering gewordener Ablenkung Divergenz besorgen, erst nach einigen Tagen, also nach bereits erfolgter Anlöthung der Sehne an die Sclerotica. Sofort erhalten wir die gewünschte Correctur und der Erfolg befriedigt uns in Bezug auf die Blickrichtung, meistens auch in Bezug auf die associirten und accommodativen Bewegungen. Die Fessel des schielenden Auges lag also offenbar in dem 2. Auge, in dem gleichnamigen Muskel desselben. Man könnte allerdings mit v. Gräfe sagen: wenn wir z. B. den *Internus oc. sinistri* durchschnitten haben und dann die Durchschneidung des *R. int. oc. dextri* nachschicken, so müsse jetzt, um das rechte Auge gerade zu stellen, ein stärkerer Impuls auf den *R. internus oc. dextri* (dessen Einfluss auf die Geradstellung eben durch die Durschschneidung geschwächt wurde) geübt werden, und dieser wirke nach dem Gesetze der Association nothwendig auch auf den *R. internus oc. sinistri*, so dass dieser eigentlich jetzt die Geradstellung des linken Auges bewirke. Für die Blickrichtung allein könnte man das gelten lassen, aber für die richtige Ausführung der accommodativen Bewegungen dürfte diese Annahme allein nicht genügen, denn der auf diese Weise von *Str. convergens* Geheilte wäre dann beim Arbeiten in analoger Lage, wie ein nicht Schielender, den wir anhaltend zwängen, mit links gerichteten Augen zu lesen, was er gewiss nicht so lange aushalten würde, wie die auf diese Weise Operirten und Geheilten. Viel mehr befriedigt die Annahme, dass bei *Str. convergens* sowohl als bei *Str. divergens* die gleichnamigen Muskeln beider Augen in gleichem oder nahezu gleichem Grade an der Hervorbringung des Schielwinkels theilnehmen, und dass demgemäss die Operation stets bilateral zu verrichten sei, wenn auch bei niederen Graden bisweilen die unilaterale genügt. Bekanntlich sind geringere Grade von Convergenz auch durch die Operation an dem nichtschielenden Auge beseitigt worden, wie ich selbst auch in einem Falle sah.

Seit v. Gräfe's Erörterungen[1]) zweifelt wohl Niemand mehr, dass wir den Effect der Operation nicht in Veränderungen der Innervation seitens der Bewegungs-, Empfindungs- oder des Sehnerven, sondern vielmehr in der Veränderung mechanischer Verhältnisse zu suchen haben. Wenn wir bewirken, dass die neue Insertionsstelle des Muskels um 2, 3, 4 Mm. weiter nach hinten rückt, ohne dass ein erhebliches Quantum von Sehne verloren ging, so scheint es allerdings, als sei der Muskel gleichsam um 2, 3, 4 Mm. länger geworden und gestatte der Hornhaut, um eben so viel nach Seite des Antagonisten hinüber zu weichen. Allein man darf auf diese Anschauung nicht so viel Gewicht legen, als dies mitunter geschehen ist. Die Strecke der Rücklagerung ist zunächst, wie v. Gräfe bemerkt, nicht gleich der Strecke, um welche wir das Centrum der Cornea (relativ zum Lidrande) verschoben finden. Letztere Verschiebung kann 6, 7, 8 Mm. betragen, während der Abstand der neuen von der alten Insertionslinie vielleicht nur 2 bis 4 Mm. beträgt. Ja eine Rücklagerung von 4 Mm. ist wahrscheinlich das Summum des Erlaubten. Wird die Retraction des Muskels durch Einschneidung der seitlichen Verbindungen gesteigert, um die Stellung des Auges auf diese Weise zu verbessern, so nimmt der Einfluss des Muskels auf den Bulbus in ungleich grösserem, nicht im geraden Verhältnisse ab. Die Insufficienz des Muskels steigt in weit stärkerem Grade als die durch die Rücklagerung bewirkte Correction der Stellung.

---

1) A. f. O. III. a.

Je weiter rückwärts die Anheilung erfolgt, desto mehr ist, trotz der sogenannten bessern Stellung, eine nachtheilige Beeinträchtigung der associirten und besonders der accommodativen Thätigkeit zu fürchten. Die normale Insertionslinie liegt durchschnittlich in der Mitte zwischen der Peripherie der Cornea und Aequator bulbi, sowohl beim In- als beim Externus. Ihr Abstand von der Cornea und also auch vom Aequator beträgt an Augen mittlerer Grösse durchschnittlich 5,5 Mm. beim *R. internus*, circa 7,0 Mm. beim *R. externus*. In dieser Strecke ist der Muskel mit der Sklera durch nichts anderes verbunden, als durch lockeres Bindegewebe. Selbst bei mässiger Rücklagerung z. B. 3 Mm. kann der restirende Bogen an Verschiebbarkeit verlieren, wenn die Anheilung der Sehne nicht lineär, sondern in breiter Fläche, vielleicht bis gegen den Aequator hin erfolgt (nach instrumenteller Ablösung). Dann fällt der Angriffspunct des Muskels nicht an die Stelle, wo seine Sehne liegt, sondern an die, wo die Innenfläche des Muskels fest an die Sklera angewachsen ist, also weiter rückwärts. Man hat also die Innenfläche des Muskels so viel als möglich unberührt zu lassen, grosse Haken zu meiden, und mit dem kleinen nie weiter rückwärts zu greifen, als zum Aufsuchen seitlicher Ausläufer der Sehne gerade nothwendig ist.

Gleich nach der Operation, in der ersten Periode (v. Gräfe) wirkt der Muskel nur mittelst der *Tunica vaginalis*, in welche er vorn eingehüllt ist, wenn er nicht schon im Muskelfleische selbst, also ausserhalb der *Tunica vaginalis*, wie in früherer Zeit oft, durchschnitten wurde. Ein aliquoter Theil seiner Verkürzungsfähigkeit ist durch seine Rücklagerung erschöpft (verloren), ein aliquoter Theil derselben wird durch die Dehnbarkeit der *Tunica vaginalis* consumirt. Nach Verklebung seiner Sehne mit der Sklera (2. Heilungsperiode Gräfe's) wirkt der Muskel wieder direct auf den Bulbus, doch unter Verursachung von Spannungs- oder Schmerzgefühl, welches der Operirte instinctmässig durch schiefe Kopfhaltung (verstärkt) oder durch erhöhte Ablenkung des 2. Auges bei den associirten Bewegungen zu vermeiden sucht. Nach consolidirter Vernarbung (3. Periode) wirkt der Muskel direct und ohne Schmerz, und sein Einfluss auf die associirten und accommodativen Bewegungen bleibt nur in dem Maasse hinter der Norm zurück, als er weiter zurückgelagert und als er in mehr weniger grosser Ausdehnung gegen den Aequator hin an die Sklera fixirt wurde. Der Einfluss eines in der Aequatorialgegend an die Sklera angewachsenen Muskels auf die Rollung um den Drehpunct des Auges ist nahezu auf 0 anzuschlagen.

§ 145. **Nachbehandlung.** Eine eigentlich chirurgische Nachbehandlung ist in der Regel nicht nothwendig. Kalte Umschläge kann man machen, aber auch ohne Nachtheil unterlassen. Der Operirte darf frei herumgehen, falls nicht die Sutur angelegt wurde. Das Verbinden des operirten Auges kann schaden, wenn der Effect schon an das Gebiet der Uebercorrection streift. Ecchymosen, wenn sie nicht in die Tiefe dringen (was ich übrigens nie gesehen), haben nichts zu bedeuten; sonst möchten sie wohl unter Druckverband am schnellsten verschwinden.

Die Wundfläche überzieht sich in den ersten Tagen mit einer grauweissen plastischen Decke und wird nach und nach kleiner durch Herbeiziehung der Bindehaut. Wenn sich Wundgranulationen weit über das Niveau der Conjunctiva erheben, was dann geschieht, wenn man einen merklichen Stumpf an der Sklera sitzen liess, so lasse man sie ruhig bestehen; sie werden durch die von allen Seiten heranrückende Bindehaut allmälig abgeschnürt, so dass sie dann nur mit einem dünnen Stiele aufsitzen. Dann ist es leicht sie mit einer Scheere selbst ohne Hilfe einer Pincette abzukappen. Diess ist sicherer, als das Betupfen mit Lapis, so lange sie noch mit breiter Basis aufsitzen.

Die ungleich wichtigere orthopädische Nachbehandlung richtet sich nach den Momenten, welche die Anzeige zur Operation gaben. Die Grundzüge derselben sind in der Lehre von den Krankheiten der Augenmuskeln im Allgemeinen gegeben, speciell bei Erörterung der Frage, ob sich Schielen auch ohne Operation heilen lasse.

§ 146. **Verwendung.** Bei *Str. convergens* ist die Tenotomie erst dann angezeigt, wenn die orthopädische Behandlung, namentlich die mit entsprechenden Convexgläsern nicht hilft oder nichts mehr erwarten lässt. Beim zeitweiligen Schielen so wie auch beim alternirenden kann die Operation möglicherweise schaden, d. h. leicht zu Doppelbildern führen, die sich dann schwer wieder beseitigen lassen. Hier ist mindestens die grösste Oekonomie im Durchschneiden zu empfehlen und der Grad der Abmessung ohngefähr nach dem Stande zu bemessen, welchen die Hornhaut unter der deckenden Hand einnimmt, während das andere Auge ein 3—4 Meter entferntes Object in der Medianebene bei gerade gehaltenem Kopfe fixirt.

Bei Kindern unter 10 Jahren wird man den Verstand und die Selbstbeherrschung selten so weit entwickelt finden, als es die Operation (die Dosirung) ohne Chloroform oder Aether erfordert. Eher liesse sich das Lustgas verwenden; wenigstens braucht man dann mit der Prüfung des unmittelbaren Effects nicht so lange zu warten, bis die Nachwirkung des Anästheticums auf die Muskeln vorüber ist, und man kann, wenn eine Correctur nöthig wird, bald zur wiederholten Application desselben schreiten. Da aber auch sehr viel auf das Verhalten nach der Operation ankommt und nicht selten anhaltendes Tragen von Convexgläsern nöthig wird, um den Erfolg zu sichern, so möchte es als Regel aufzustellen sein, dass man bei kleinen Kindern nicht operire und sich vorerst auf Separatübung des abgelenkten Auges beschränke, um das Hinzutreten von Complicationen zu verhüten.

Ich übersehe nicht, dass v. Gräfe l. c. p. 238 sich gegen das Verschieben der Operation bis zur Entwickelung der Intelligenz ausgesprochen hat. »Man erreicht ohne Schönheitssinn und ohne Intelligenz der Kranken mit leidlich gesunden Muskeln und noch gut erhaltener Sehkraft unter allen Verhältnissen mehr, als wenn die beiden letzten Desiderata fehlen.« Wenn man aber das Fehlen dieser Desiderata durch Separatübung des abgelenkten Auges verhüten kann, dann wird doch das Abwarten vorzuziehen sein. Strukturveränderungen der Muskeln wird man übrigens vor dem 12. Lebensjahre äusserst selten beobachtet haben, selbst wenn das Schielen aus dem 1. Lebensjahre datirte.

Die bilaterale Operation verdient durchschnittlich den Vorzug vor der unilateralen, wenigstens bei mittleren und bei höheren Graden von Convergenz, und durchaus bei Divergenz. Bei geringen Graden lässt sich die bilaterale oft deshalb nicht verwenden, weil schon die unilaterale die erlaubte Beschränkung der Beweglichkeit herbeiführt, weil wir selbst mit Anlegung der Bindehautnaht die Rücklagerung nicht auf ein so geringes Maass zu beschränken vermögen, als dass noch eine Tenotomie am zweiten Auge gestattet wäre. Bei hohen Graden muss durchaus bilateral operirt werden, in einer Sitzung, wenn der Effect nicht zu stark ist, oder nach 2—3 Tagen. Dann wird man auch, wenn nur der Schnitt knapp an der Sklera geführt wurde,

ein Einsinken der Karunkel nicht zu besorgen haben. Bei mittleren Graden ist es gerathen, die Durchschneidung an dem ersten Auge zunächst auf die Sehne allein zu beschränken und die Operation auf dem zweiten Auge nach 3—6 Tagen nachzuschicken, falls eine grössere Correction nöthig erscheint und die Excursionsfähigkeit um ein Merkliches zugenommen hat, ausserdem aber 1—3 Wochen zu warten und bei dem zweiten Auge die Sutur in Bereitschaft zu halten.

Bei *Str. divergens* reicht die unilaterale Durchschneidung selten aus, und selbst die bilaterale muss meistens in einer Sitzung oder in wenig Tagen nach einander gemacht werden, auch da oft mit Einbeziehung der seitlichen Einscheidung (oder mit Unterminirung der Bindehaut nach LIEBREICH).

Handelt es sich um hochgradiges Ein- oder Auswärtsschielen mit sehr geringer Actionsfähigkeit des Antagonisten, so dass das schielende Auge gar nicht oder nur ruckweise in die Mitte der Lidspalte gebracht werden kann, so genügt die blosse Durchschneidung der Sehne, selbst bilateral und mit Einbeziehung von seitlicher Einscheidung nicht; man muss hier zur Combination mit der in § 150 beschriebenen Vornähung der Sehne des Antagonisten einfach oder, wo es sich um stärkeren Effect handelt, mit Rollung des Bulbus durch einen Faden schreiten. Dieser Vorgang ist jedenfalls besser, als es darauf ankommen zu lassen, dass man die Tenotomie wiederhole, da diese dann dennoch meistens die Vornähung, selbst die Fadenoperation erheischt.

Bei *Str. sursum vel deorsum vergens* ist die unilaterale Durchschneidung anzuwenden und meistens auf die Sehne allein zu beschränken. Die *Tun. vaginalis* erhält hier eine weit ansehnlichere Verstärkung durch die an sie tretende *Fascia tarso-ocularis*. Daher ist das Ablösen der Sehne ohne Muskelhaken etwas schwieriger und demgemäss die Operation mit Hilfe des Hakens und unter Narkosis vorzunehmen. Bei Rücklagerung des *R. sup.* und *inferior* fallen die Insufficienzen im Verhältniss zur Correction umfangreicher aus, als für die lateralen Augenmuskeln. [1])

»Gesetzt, das linke Auge schiele nach oben, die Beweglichkeit nach unten sei auf Grund der fortbestehenden Paresis des *R. inferior oc. sin.* um $^3/_4$ Linien behindert. Würde hier der linke *R. superior* durchschnitten, und für eine leicht gesenkte Visirebene die richtige Correction eingeführt, so würde unterhalb derselben noch dynamische Hebung, oberhalb derselben auf Grund der Muskelinsufficienz als Folge der Durchschneidung dynamische Senkung stattfinden. Lagern wir dagegen unter solchen Verhältnissen den *R. inferior* des rechten Auges zurück, so wird nun hier auch Insufficienz nach unten entstehen. Jetzt wird allerdings die Senkung der Visirebene etwas schwerer vor sich gehen und deshalb der Kopf etwas vorwärts gebeugt gehalten werden müssen. Allein diesem Uebelstande steuert bis zu einem gewissen Grade die Uebung. Kleine Veränderungen in der Kopfbeugung sind kaum als eine Abnormität anzuerkennen, da sie innerhalb der Grenzen fallen, welche sonst durch Refractionszustand, Beschäftigungsweise, individuelle Musculatur u. s. w. bedingt werden.« »Ist das eine Auge nach oben schielend mit einem Beweglichkeitsdefecte nach unten, so wird der *R. inferior* des gesunden Auges zurückgelagert; ist es nach unten schielend mit einem Beweglichkeitsdefecte nach oben, so wendet man sich an den *R. superior* des zweiten Auges.« »Ist die Ablenkung eine

1) GRÄFE in Klin. Mon. 1864. p. 16.

hochgradige, so muss man häufig die Operation an beiden Augen (*Superior* des einen, *Inferior* des andern) combiniren, um so mehr, als bei bestehender Muskelparese die Correctionen verhältnissmässig gering ausfallen. Es ist aber so zu verfahren, dass der mit dem paretischen Muskel associirte des andern Auges in grösserem Umfange als der Antagonist an dem kranken Auge selbst zurückgelagert wird. Nur wenn die Beweglichkeitsbeschränkung äusserst gering ist, bleibt man bei der exclusiven Durchschneidung des Antagonisten am kranken Auge stehen.« [1])

Bei *Strab. sursum vel deorsum vergens* als Combination mit *Str. convergens vel divergens* ist erst zu untersuchen, ob an dieser Intermediärstellung der *R. sup. vel inf.* reell oder nur scheinbar betheiligt sei (§ 139), bevor man entscheidet, ob bloss der seitlich oder auch der nach oben, resp. unten ablenkende Muskel zu durchschneiden sei. Gesetzt, das linke Auge weiche nach innen-oben ab. Weicht bei Verdeckung des rechten Auges dieses hinter der deckenden Hand bloss nach innen ab, so wird die Durchschneidung des *R. internus* allein genügen, auch die Höhenabweichung zu corrigiren. Weicht dagegen das rechte Auge hinter der deckenden Hand zugleich nach unten, also nach innen-unten ab, so wird eine Tenotomie des *Rectus sup. oc. sin.* nöthig werden. [2]) (Ob der Rath, bei *Str. convergens* mit leichter Höhenabweichung den *R. internus* so abzulösen, dass sein oberer Rand sich weiter zurückziehen kann, als der untere, auf Erfahrung beruhe oder nur auf theoretischer Voraussetzung, lasse ich wegen Mangel eigener Erfahrung dahingestellt sein.)

§ 147. **Leistung.** Diese Operation ist im Stande, in den meisten Fällen eine Regulirung der relativen Stellungen und Bewegungen der Augen zu ermöglichen, dass ein binoculares Sehen, wenn nicht wirklich zu Stande gebracht, doch mehr weniger vollkommen vorgetäuscht wird. Dass zur Erzielung dieses mindestens kosmetisch befriedigenden Resultates mitunter die Anwendung sphärischer oder prismatischer Gläser und in der Regel eine gewisse Aufmerksamkeit des Operirten auf den Stand seiner Augen in den ersten Wochen oder Monaten mit erforderlich ist, schmälert den Werth derselben nicht, weil diese Hilfsmittel ohne Operation sehr oft ohne Erfolg bleiben.

Was die Wiederherstellung des binocularen Sehens betrifft, so betrachten Viele [3]) dieselbe als Seltenheit, während Andere [4]) sie ungefähr der Hälfte der Fälle vindiciren. Man geht wohl zu weit, wenn man allen, welche die Probe mit dem Stereoskope und mit dem Hering'schen Fallversuche nicht bestehen, binoculares Sehen unter allen Umständen abspricht. Es gibt Leute, welche nur dann schielen, und zwar ohne doppelt zu sehen, also wohl mit Unterdrückung des excentrisch entworfenen Bildes oder, wenn man lieber will, mit Abstraction von dem Eindrucke, sobald es sich um kleine und scharfe Netzhautbilder handelt. Prüft man sie, während sie eben nicht schielen, also unter Umständen, wo es sich eben nicht um scharfe Netzhautbilder handelt, so führt das Vorschieben eines Schirmes (zwischen Auge und

---

1) GRÄFE, Klin. Mon. 1864. p. 16.
2) ALFED GRÄFE, Motilitätsstörungen. Berlin 1858.
3) STELLWAG, Lehrbuch 1870; SCHWEIGGER, Handbuch 1871 und 1873.
4) GRÄFE, A. f. O. III. a. 235; KNAPP, Klin. Mon. 1863.

Object) weder zu einer Aenderung in der Stellung des einen oder des anderen Auges, noch zu einer discontuirlichen Wahrnehmung der Objecte. Wenn wir dasselbe Resultat bei einem Operirten erhalten, so können wir wohl zufrieden sein, wenigstens in kosmetischer Beziehung.

Manche wollen eine directe, nicht erst durch nachträgliche Uebung bewirkte Hebung der Sehschärfe beobachtet haben. »Ich habe unmittelbare Besserung des Sehvermögens nach vorausgeschickten genauen Sehprüfungen in einem Theile der Fälle sicher constatiren können, in einem anderen, grösseren Theile erfolgte dieselbe allmälig beim Gebrauche der Augen«.[1]) Ich habe Aehnliches nicht constatiren können.

In Fällen, welche in kosmetischer Beziehung wenig oder nichts zu wünschen übrig lassen, erhalten wir nach einiger Zeit noch zwei willkommene Zugaben: Erweiterung des gemeinschaftlichen Sehfeldes bei *Str. convergens* und allmählich zunehmendes Steigen der Sehschärfe. Da wir, ganz abgesehen von dioptrischen Hindernissen und von Mangel an Ausdauer beim Betrachten naher Gegenstände, die Sehschärfe in veralteten Fällen unilateralen Ein- oder Auswärtsschielens ungleich stärker und ungleich öfter herabgesetzt finden, als in Fällen kurzen Bestandes, und da es stets die äussere Netzhauthälfte ist, welche höheren Torpor zeigt, als die innere, indem diese sowohl beim Ein- als beim Auswärtsschielen noch fungirt und dem Schielenden ein grösseres Gesichtsfeld gibt, als dem Einäugigen, so sind wir wohl berechtigt, bei Strabismus von *Amblyopia ex anopsia* zu sprechen. Amblyopie im weiteren Sinne des Wortes ist gewiss in vielen Fällen präexistirend und ist höchst wahrscheinlich die Ursache, dass das minder gute Auge abgelenkt, das bessere zum directen Sehen verwendet wird. Aber ein gewisser Grad von Amblyopie als *Torpor retinae* muss als Folge der Nichtverwendung zum directen Sehen betrachtet werden, und diesen zu beseitigen sind wir oft in der Lage, sei es durch Separatübung vor der Operation, sei es durch die günstigere Lage, in welche wir das betreffende Auge durch die Operation versetzen.

Einen unläugbaren Einfluss hat die Operation auf die Accommodation. Donders hat in seiner exacten Weise auf die hohe Bedeutung der Accommodation (die Hypermetropie) für das Zustandekommen des *Str. convergens* nachgewiesen. Haben wir durch die Rücklagerung der *R. interni* deren Einfluss auf die Convergenz der Sehlinien vermindert, so wird ein höherer Impuls zur Convergenz und folglich auch zur Accommodation ausgeübt werden können, ohne Gefährdung des Zusammentreffens der Sehlinien im Objecte. Wo dies nicht genügt, müssen Convexgläser zu Hülfe genommen werden. Die Rücklagerung ersetzt bis zu einem gewissen Grade gleichsam den Gebrauch der Convexgläser.

Man mag in Bezug auf die Wiederherstellung des binocularen Sehactes noch so streng sein, jedenfalls kann das Vorkommen von Fällen nicht in Abrede gestellt werden, wo auch die umsichtigste Prüfung (vielleicht mit Ausnahme des Fallversuches) nichts von dem früher bestandenen Schielen mehr wahrnehmen lässt, als die nur dem Arzte sichtbare Narbe an der früheren Insertionslinie.

---

1) Gräfe, A. f. O. III. a. 325.

In einer ziemlich grossen Zahl von Fällen (circa 40%) ist nicht mehr zu erlangen, als eine richtige Einstellung für mittlere Objectdistanzen, und da muss man noch froh sein, wenn sich dieses Verhältniss nach Jahren noch erhalten, nicht in Strabismus der früheren oder gar der entgegen gesetzten Richtung übergegangen ist. Wohl kann eine gewisse Zahl solcher Fälle noch corrigirt werden, durch Wiederholung derselben Operation allein oder unter Zuhilfenahme der Durchschneidung des Antagonisten oder unter Vorlagerung des früher durchschnittenen Muskels; ganz befriedigende Resultate im obigen Sinne werden indess hier viel seltener erhalten, oft nur eine Correctur für mittlere Distanzen.

Wo Doppelbilder auftreten, namentlich gekreuzte nach Durchschneidung des *R. internus*, ist das Umschlagen in *Strab. divergens* früher oder später zu besorgen und lieber früher als später auf Abhilfe zu denken. Besser *Str. convergens* als *Str. divergens* mit Insufficienz der *M. r. interni*.

B. Operation bei Muskelinsufficienz.

§ 148. Ueber die Zulässigkeit der Durchschneidung des *R. externus* bei Insufficienz der *R. interni* kann man sich wohl kaum bündiger aussprechen, als dies v. GRÄFE[1]) gethan hat. »Die Möglichkeit, trotz richtiger Einstellung für grössere Entfernungen operativ einschreiten zu können, liegt darin, dass die Einstellung nicht den adäquaten Ausdruck für die Muskeltendenzen abgibt, sondern einen im Dienste des Einfachsehens forcirten Spannungsgrad der Muskeln repräsentirt. Dafür argumentirt die Divergenz des einen Auges hinter der deckenden Hand.« »Setzen wir den Fall, dass ein Kurzsichtiger, der vermöge seiner Brechverhältnisse eine Convergenz auf 6 Cm. braucht, bei dem Einrichtungsversuche nur bis auf 21 Cm. gelangt, welcher Distanz für die andauernde Thätigkeit natürlich eine weit grössere zu substituiren wäre, setzen wir ferner, dass für weitere Objecte beim gemeinschaftlichen Oeffnen zwar richtige Fixation, unter der deckenden Hand aber eine Divergenz von etwas über 1 Mm. stattfindet, so sind wir befugt, nicht blos 1 Mm. durch Tenotomie zu corrigiren, sondern ohne Zagen das Doppelte. Es würde einer solchen Correction freilich als unmittelbarer Effect einer Convergenz von 1 Mm. (unter der deckenden Hand) folgen, mit demselben Rechte aber, als früher die den Muskeln entsprechende Divergenz von 1 Mm. corrigirt wurde, wird jetzt die Convergenz von 1 Mm. ausgeglichen werden. Versuche mit Prismen vor der Operation können uns hierüber belehren; es werden bei allen solchen Kranken für entferntere Objecte sehr starke Prismen mit der Basis nach innen beherrscht werden, und der Grad der hierbei auf die Dauer zu unterhaltenden Divergenz wird uns über das Maass der erlaubten Correction Aufschlüsse geben. Der unmittelbare Effect muss übrigens immer ein excessiver sein, die Einstellungsgrenze (für den Augenblick) muss für Kurzsichtige auf 8—9 Cm., für Normalsichtige auf 10,5 Cm. heranrücken, und es darf vor der Hand eine pathologische Convergenz von 1—2 Mm. für die Entfernung existiren.« Man hat also folgende Momente zu berücksichtigen: »1. Die nöthige Verschiebung der Einstellungsgrenzen, welche dem Brech-

---

1) A. f. O. III. a. 319.

zustande anzupassen ist; 2. den Grad der Ablenkung, welche für grössere Entfernung bei der Exclusion des einen Auges eintritt; 3. die Stärke der Prismen (Basis nach innen), welche für weitere Abstände durch divergirendes Schielen beherrscht werden; 4. den Modus der Ablenkung, welcher bei Annäherung des Gesichtsobjectes hervortritt. Weicht das Auge in dem Augenblicke, wo die Insufficienz der *R. interni* sich geltend macht, plötzlich auswärts, so ist diess ein Grund für eine gewisse Steigerung der Correction. Weicht das Auge ungefähr in derselben Weise nach aussen, wie das andere (bei Annäherung des Objectes) nach innen, so gibt diess einen Grund für weniger starke Correction. Bleibt endlich das Auge bei einer gewissen Grenze in der erreichten Stellung stehen, ohne sichtbar nach aussen zu gehen, so wird diess eine noch grössere Vorsicht bedingen.«

»Unterschiede in der Beweglichkeit nach innen setzen auch Unterschiede in der Anlagerung der abgelösten Muskelpartien voraus; wird es dem Patienten nach verübter Ablösung des Externus sehr schwer, nach innen zu sehen, so tritt immer ein sehr geringer Effect ein. Die Ausgleichung einer nach der Operation hervortretenden Convergenz geht, besonders für die Mittellinie rasch in den ersten Wochen vor sich; aber selbst wenn nach Ablauf von zwei Wochen noch gleichnamige Doppelbilder vorhanden sind, deren Ausgleichung Prismen von 8 Grad erfordert, kann man vollständig ruhig sein.« »Kann ein mässig Kurzsichtiger bis auf 16 Cm. (für den Augenblick) fixiren und ist die divergirende Ablenkung bei excludirtem Auge für entfernte Gegenstände vielleicht höchstens 1 Mm., so würde eine totale Tenotomie des *R. internus* schon eine übermässige Wirkung haben, müsste man diese jedenfalls durch die Sutur beschränken.«

Rücksichtlich des Vorganges bei der Operation, bei der Heilung und Nachbehandlung gilt im Allgemeinen das bei der Operation des Strabismus Gesagte.

2. Die Vorlagerung.

§ 149. Nach v. Gräfe, welcher der erste für die Vorlagerung die leitenden Grundsätze aufgestellt und ein entsprechendes Verfahren angegeben hat, bezweckt diese Operation die Vorrückung der Muskelinsertion gegen die Hornhaut, um dem zu schwachen Muskel ein grösseres Wirkungsvermögen zu verschaffen, im Gegensatze zur Rücklagerung, deren Aufgabe ist, durch Verlegung der Insertion nach hinten das Wirkungsvermögen des Muskels zu schwächen. Selbstverständlich kann von diesem wie von jedem anderen operativen Eingriffe nur da die Rede sein, wo nach inveterirter Lähmung eines Muskels ein vollkommen stabiles Verhalten eingetreten und die Unzulänglichkeit der gewöhnlichen Arzneikräfte festgesetzt ist.

Die Vorlagerung wurde zuerst von J. Guérin (1849), dann in zweckmässigerer Weise von v. Gräfe (1853) vorgenommen, zunächst um dem nach unzweckmässiger Strabismusoperation zu weit rückwärts oder gar nicht an die Sklera angeheilten Muskel eine neue, weiter vorn gelegene Stelle dieser Membran zur festen Anheilung zu verschaffen und somit die durch *Str. divergens* gesetzten Uebel (Entstellung und Doppeltsehen) zu beheben. Sie wurde aber bald von v. Gräfe auch in Fällen von vollständiger oder unvollständiger Lähmung des *R. internus* oder

des *R. externus* vorgenommen, theils um Entstellung und Doppeltsehen zu beseitigen, theils auch um die Beweglichkeitsbeschränkung so viel als möglich zu mindern, zu beheben.

§ 150. Die **Operation** besteht: 1) aus der Ablösung des zu weit zurückgelagerten oder paretischen (paralytischen) Muskels; 2. aus der Armirung des Antagonisten mit einem Faden nächst seiner Insertion und sodann Durchschneidung der Sehne knapp hinter diesem Faden, 3. aus der Rotation des Bulbus mittelst dieses Fadens nach Seite des zuerst abgelösten Muskels, womit am besten zugleich die blutige Vereinigung der erstgesetzten Wunde (die Vornähung) verbunden wird. Wird von der Einlegung des Fadens (Fadenoperation) Umgang genommen, so wird die Operation gewöhnlich als Vornähung bezeichnet.

Der Kranke wird anästhesirt. Nach Einlegung des Sperrelevateurs wird die Bindehaut nahe vor der Insertion oder nach verunglückter Schieloperation, unweit hinter der früheren Insertionslinie vertical, 9—10 Mm. lang, eingeschnitten. Alsdann unterminirt man die Bindehaut einerseits gegen die Cornea andrerseits gegen die Peripherie hin und sucht den Muskel auf, um ihn mit dem stumpfen Haken zu umgreifen. Bevor man zu seiner Ablösung schreitet, ist es zweckmässig, zwei oder drei Fäden durch den vordersten Rand desselben zu ziehen, um ihn dann gleich mittelst derselben fixiren zu können und nicht neuerdings aufsuchen zu müssen. Diese von Schweigger[1]) empfohlene vorläufige Fadeneinziehung dürfte jedoch, wenn es sich um die Vorlagerung eines zu weit retrahirten Muskels handelt, mitunter kaum ausführbar sein.

Nach Incision der Bindehaut vor dem Antagonisten wird dieser mit einer Blömer'schen Pincette gefasst, dann ein starker langer Faden knapp nächst der Sklera durch die Sehne eingezogen und geknüpft, um den Bulbus mittelst desselben nach der entgegen gesetzten Seite rollen zu können, und schliesslich die Sehne hinter dem Faden durchschnitten. Gräfe hat den Antagonisten nur partiell durchschnitten, wenn die Actionsfähigkeit des vorzulagernden Muskels ein zu starkes Hinüberziehen nach seiner Seite oder eine starke Blosslegung der Sclerotica an der Stelle des ganz durchschnittenen Antagonisten besorgen liess.

Schliesslich wird der Bulbus mittelst des Fadens so weit nach der Seite des erstabgelösten Muskels gerollt, dass dessen vorderer Rand bis an den Hornhautrand (nach Gräfe selbst bis auf diesen) zu stehen kommt. Hat man Fäden durch diesen gezogen, weil man nicht blosse Vorlagerung, sondern zugleich Vornähung beabsichtigt, so wird nach sorgfältiger Beseitigung der Blutgerinnsel die Bindehautnaht nach den bei der Schieloperation gegebenen Regeln ausgeführt und der vorläufig vom Assistenten gehaltene Faden entweder über den Nasenrücken geführt, um ihn an der entgegen gesetzten Seite der Nase und der Wange zu befestigen oder aber gegen die Schläfe über eine mehr weniger hohe Pflasterwalze, wenn der Bulbus auswärts gerollt werden soll. Durch Unterpolsterung mit Cylindern aus Charpie oder Diachylonpflasterstreifen ist dafür zu sorgen, dass der Faden die Cornea nicht berühre und die Richtung des Fadens nach der Nase oder Schläfe ist so einzurichten, dass das Schliessen der Lidspalte noch möglich sei.

1) Handbuch. 1871. p. 171.

Darüber kommt ein mit Fett oder Oel imprägnirter Leinwandfleck, dann Charpie und eine Schutzbinde. Auch das zweite Auge muss geschlossen und bedeckt gehalten werden (durch mindestens 2 Tage). Nach 6—10 Stunden ist nachzusehen, ob nicht etwa Verschiebung oder excessive Reaction eingetreten sei. Allenfalls kann man einige Stunden kalte Umschläge machen. Nach 24 Stunden soll man nach der Cornea sehen. Die Fäden können 36 bis 48 Stunden liegen bleiben. Steht um diese Zeit die Cornea nicht mindestens 5 Mm. nach Seite des vorgelagerten Muskels, so wird der Effect schliesslich kaum der gewünschte sein. Der bis an, selbst bis vor den Cornealrand vorgelagerte Muskel bildet anfangs eine entstellende Wulstung, welche sich im Verlaufe einiger Wochen vermindert, endlich fast spurlos verschwindet.

In einem Falle inveterirter Lähmung des *R. internus*, wo nach Vornähung desselben und nach Befestigung des den Bulbus einwärts rollenden Fadens die Wunde an der Schläfenseite sehr stark klaffte, habe ich diese durch eine einfache Bindehautsutur nahezu ganz geschlossen und dadurch schnelle Wundheilung erzielt, ohne dem Effecte — es trat schliesslich nahezu normale Beweglichkeit nach allen Richtungen ein — den mindesten Abbruch zu thun.

Ist diese geniale Erfindung v. Gräfe's schon in kosmetischer Beziehung mitunter von sehr befriedigendem Erfolge gelohnt, so ist sie es ganz besonders in Fällen, wo z. B. eine anderweitig unheilbare Abducenslähmung das allein oder vorwaltend sehkräftige Auge befallen hat und nun dieses Auge mehr und mehr nach innen gezogen wird und dem Unglücklichen die Unverwendbarkeit eines ganz gesunden Auges droht.

Wo es sich um minder starken Effect handelt, genügt die von Critchett[1]) zuerst beschriebene Vornähung der Sehne des zu weit retrahirten (oder paretischen) Muskels mit einfacher Durchschneidung des Antagonisten ohne Rotation des Bulbus durch einen eingelegten Doppelfaden. Dieses Verfahren ist nicht selten bei hochgradigem *Strab. divergens* nothwendig.

Gräfe[2]) empfahl bei dem sogenannten Secundärschielen (nach excessiver Rücklagerung des *R. internus*), die Bindehaut knapp neben der Cornea zu incidiren und von da bis hinter die Karunkel zu unterminiren, was sich selten ohne Durchlöcherung der Bindehaut an der Stelle, wo nach der ersten Operation die Sklera blossgelegt gewesen war, ausführen lassen wird und die Anlegung der Sutur nur in diagonaler Richtung gestattet. Ohne Zweifel ist es besser, wenn nächst der Hornhaut noch ein 3—4 Mm breiter Saum intacter Bindehaut vorhanden ist, diesen zu schonen, dicht an der Sklera zu unterminiren und dann zur Anlegung der Sutur (mit mindestens 3 Heften) zu benutzen. Wenn man die Bindehaut vom Hornhautrande aus gegen den Muskel hin ablöst, was bei Secundärschielen selten ohne Durchlöcherung ausführbar ist, so geht leicht ein mehr weniger breiter Bindehautstreifen verloren. Geht man mit der Incision und Unterminirung der Bindehaut ungefähr von der Stelle aus, wo diese an die Sklera angelöthet ist, wobei allenfalls diese angelöthete Partie auch verloren gehen kann, so hat man nicht nur bessere Haltpuncte für die Sutur, sondern man kann auch die von der Sklera abgelöste Sehne bis an den Rand der Cornea hervorziehen und sie hier mit dem 2—3 Mm. breiten Bindehautstreifen decken, sie unter diesem befestigen und somit die Heilung beschleunigen.

---

1) Heidelberger Congress. 1862.
2) A. f. O. IX. b. 48.

Eine sinnreiche Art der Vorlagerung hat mir Ad. Weber im September 1873 mitgetheilt. Nach verticaler Einschneidung der Conjunctiva vor der Insertionslinie des vorzulagernden Muskels (zwischen dieser und der Cornea) und nach Isolirung derselben bis über die Sehne hinaus wird der Muskel von der Sklera abgelöst. Nun wird ein etwas längerer Faden, an beiden Enden mit einer krummen Nadel versehen, in der Mitte zusammengelegt, um ihn (doppelt) durch eine 3. Nadel zu ziehen. Mittelst dieser 3. Nadel wird nun das Mittelstück durch den Muskel (hinter der Mitte der Sehne) geführt und zwar von innen nach aussen, dann auch durch die Conjunctiva, etwas weiter hinten, damit hinreichend Bindehaut zur Wunddeckung gewonnen werde. Während nun der Assistent die hier zu Tag geförderte Fadenmitte fixirt, führt der Operateur das untere Fadenende zwischen Conjunctiva und Sklera bis unter den vertikalen Durchmesser der Cornea und so weit (2—3 Mm.) vom Cornealrande entfernt durch, dass nachher der Faden beim Anspannen die Cornea nicht tangirt; dasselbe geschieht dann mit der obern Fadenhälfte. Nun führt man beide Fadenenden durch die im Winkel (vor dem Muskel) gelegene Schlinge und bewirkt durch Anziehen bis zum Knüpfen einen solchen Grad von Annäherung des Muskelendes gegen die Cornea, dass der Bulbus eben richtig steht, nicht mehr, nicht weniger. Mit der Schürzung des Knotens vor der Schlinge ist die Operation beendet.

XI. Enucleatio bulbi (Bonnet 1841).

§ 151. Die **Auslösung oder Ausschälung des Augapfels** aus der Scheiden- und Bindehaut desselben (*Enucleatio bulbi*[1]), zuerst von Bonnet[2]) empfohlen, muss getrennt werden von der Ausweidung der Orbita, *Exenteratio orbitae* (Arlt), mit welcher sie häufig unter dem Namen *Exstirpatio bulbi* gemeinschaftlich abgehandelt wurde. Die erste nähere Beschreibung der Exstirpation finden wir in Bartisch Ophthalmodouleia[3]).

§ 152. **Vorgang bei der Operation.** Diese Operation ist wegen der Durchschneidung der Ciliarnerven sehr schmerzhaft, kann jedoch in ein bis zwei Minuten beendet sein. Sie erfordert daher die Narkosis, doch nur für kurze Zeit.

Zum Abziehen der Lider sind ein Kelley-Snowden'scher oder zwei Desmarres'sche Lidhalter nöthig. Die Spaltung der äussern Commissur ist gleich anfangs vorzunehmen, wenn die Vergrösserung des Bulbus die Unmöglichkeit voraussehen lässt, denselben aus der Augenlidspalte hervorzuziehen.

Die eigentliche Operation beginnt mit der Incision der *Conjunctiva bulbi*.

Führt der Operateur, wie gewöhnlich, die Scheere mit der rechten Hand, so stellt er sich zur Rechten des (liegenden) Patienten und beginnt die Operation im linken Winkel des betreffenden Auges. Er fasst die Bindehaut zwischen dem Hornhautrande und dem entsprechenden *Musc. rectus* mit einer starken Blömer-

---

1) Arlt, Zeitschr. der Wiener Aerzte. 1859.
2) Traité des sections tendineuses et musculaires. Lyon et Paris 1841 und Ann. d'ocul. 1842. T. VII. p. 30.
3) Augendienst. Dresden 1583.

schen Pincette und schneidet sie vertical ein, verlängert den Schnitt durch die Bindehaut mit der (geraden) Scheere erst unten, dann oben längs des Hornhautrandes, 2—3 Mm. davon entfernt, und streicht dann die Bindehaut etwas gegen die Peripherie zurück. Die Durchschneidung der Bindehaut in der Gegend des entgegen gesetzten Muskels kann vorläufig unterbleiben. Alsdann fasst man mit derselben Pincette den linksseitigen *Musc. rectus* (am linken Auge also den *externus*) und durchschneidet ihn wie bei der Schieloperation, doch weiter rückwärts, um einen Stumpf zu erhalten, welcher für die Pincette einen hinreichend festen Halte- oder Fasspunct abgibt. Sicherer, wenn auch umständlicher ist es für den Mindergeübten, den Muskel vor der Durchschneidung mit einem stumpfen Haken zu umgreifen und anzuziehen. Mit dieser Durchschneidung des Muskels ist zugleich die Scheidenhaut eröffnet. Von dieser Oeffnung aus führt man das stumpfspitzige Blatt derselben Scheere mit vorwärts gerichteter Schneide, also flach und knapp an der Sklera, fort bis hinter die Insertion des *M. rectus inferior* und etwas darüber hinaus, und durchschneidet dessen Sehne, indem man vor und bei dem Schlage die Schneide vor- und aufwärts drängt. Hierauf wird der *M. rectus superior* in analoger Weise vom Bulbus abgelöst. Auch hier kann man den Muskel früher auf einen stumpfen Haken aufladen, wenn man der richtigen Führung der Scheere zwischen Muskel und Sklera nicht ganz sicher ist.

Rollt man jetzt den an dem Muskelstumpfe gefassten Bulbus um seine verticale Achse nach links (also das linke Auge nasenwärts), so kann man sicher sein, dass Hornhautcentrum, Muskelstumpf und Eintrittsstelle des *N. opticus* mit den beiden Augenwinkeln in einer und derselben Ebene liegen; man braucht jetzt nur in dieser Ebene mit der geschlossenen Scheere an der Sklera vom Muskelstumpfe aus rückwärts zu gehen, um sicher an die Insertion des *N. opticus* zu gelangen und diesen nach Oeffnung (auf 5—6 Mm.) und Vorschiebung der Scheere mit Einem Schlage zu durchschneiden. Dass die Durchschneidung erfolgte, erkennt man sowohl durch das Gefühl als durch eine Art Knacken. Wurde nach Vorschrift vorgegangen, so kann man jetzt den Bulbus durch einen stärkeren Zug vor die *Rima palpebrarum* bringen und sofort allenfalls mit den Fingern fassen. Unter starker Wendung desselben nach links (vom Operateur) ist es dann leicht, erst die beiden *M. obliqui*, dann den *rectus* (*internus*, resp. *externus*) und die Bindehaut nächst der Cornea an der andern Seite zu durchtrennen.

Das Aufschieben der Durchneidung der Bindehaut und des *M. rectus* an der entgegengesetzten Seite bietet den Vortheil, dass man früher zu dem eigentlich schmerzhaften Theile der Operation gelangt. Dieser Vortheil ist besonders dann von Belang, wenn die Narkosis unmöglich oder gegenangezeigt wäre.

Wird der Bulbus vor der Durchschneidung des *N. opticus* nicht bloss um die verticale, sondern zugleich um die Sehaxe gedreht, der Muskelstumpf also mit der Pincette nicht bloss in horizontaler Richtung, sondern überdiess auch nach oben oder unten gezogen, so wird man den Opticus, dessen Insertion nicht am hintern Pole, sondern einige Millimeter nasenwärts davon liegt, nicht mehr in der oben genannten Ebene, sondern irgendwo darüber oder darunter zu suchen haben, demnach möglicherweise einige Zeit herumtappen, ehe man ihn trifft. Wenn man nach dem Scheerenschlage annehmen darf, dass man den *N. opticus* durchtrennt habe, und wenn man sicher ist, den *M. rectus inferior et superior* ganz durchschnitten zu haben, so folgt der Bulbus schon auf einen mässigen Zug an dem Muskelstumpfe; geschieht diess nicht, so hat man entweder einen Theil der Sehnervenscheide nicht durchschnitten, muss daher mit einem 2. oder 3. Schnitte nach-

helfen, oder man hat die Grösse des Bulbus relativ zur Weite der Lidspalte zu gering angeschlagen und muss deshalb erst jetzt die Spaltung der äussern Commissur vornehmen.

Zum Fixiren und Dirigiren des Bulbus eignet sich der Stumpf eines geraden Muskels und eine starke Blömer'sche oder Waldau'sche Pincette in der Regel am besten. Alle Instrumente oder Apparate, bei deren Anwendung man Gefahr läuft, die Bulbuswand zu durchbohren und den Inhalt des Bulbus vor Beendigung der Ausschälung zu entleeren, sind zu verwerfen, weil eben nur ein gefüllter, nicht aber ein collabirter Bulbus, ausgeschält werden kann. Anders ist es, wenn der Bulbus mit einer soliden Masse ausgefüllt, oder wenn er zu einem kleinen derben Stumpfe verschrumpft ist.

Prof. v. Welz legte bei der Heidelberger Versammlung 1873 ein löffelförmiges Instrument vor, mit welchem man nach Durchschneidung dreier *M. recti* an der Sklera bis zum Opticus eindringen und diesen in einen sinuösen Ausschnitt des Löffels aufnehmen kann, um sofort den Bulbus vorwärts drängen und den Opticus sicher durchschneiden zu können.

Zum Durchschneiden der Bindehaut und der Muskel eignet sich wohl eine gerade Scheere am besten. Ob man dieselbe auch zur Durchschneidung des *N. opticus* beibehalten oder mit einer grösseren Louis'schen vertauschen solle, hängt von der jeweiligen Beurtheilung des Falles ab. Wo der *N. opticus* wegen beträchtlicher Vergrösserung des Bulbus namentlich nach rückwärts oder wegen relativ tiefer Lage, hohem Nasenrücken und dgl. weniger zugänglich erscheint, nehme man lieber gleich eine krumme Scheere. Ebenso, wenn es angezeigt erscheint, z. B. bei *Glioma retinae*, den *N. opticus* mehr als 1—2 Mm. hinter der Sklera zu durchschneiden.

Der *N. opticus* soll unweit vom Bulbus durchschnitten werden. Je weiter rückwärts dies geschieht, desto grösser wird die Lücke in der Scheidenhaut des Bulbus und desto kleiner der zurückbleibende Stumpf. Wird jedoch wegen einer bösartigen Neubildung operirt, so greife man mit der Scheere gleich um so tiefer, je mehr Grund vorhanden ist, anzunehmen, dass sich das Neoplasma nicht mehr bloss auf den Bulbus beschränke. Jedenfalls ist in solchen Fällen das am ausgelösten Bulbus sitzende Stück des Sehnerven gleich nach der Operation genau zu untersuchen, sowohl der Nerv als dessen Scheiden.

§ 153. **Nach der Operation.** Zunächst wird die Blutung gestillt und die Wunde gereinigt. Die Blutung ist in der Regel gering, nach der Menge wie nach der Dauer. Meistens genügt ein mehrmaliges Einbringen eines kleinen, in kaltes Wasser getauchten Schwammes, nachdem man vorher die *Conjunctiva bulbi* mit dem Finger gegen die Scheidenhaut zurückgestreift hat. Erscheint das Einspritzen kalten Wassers nöthig, so sei der Strahl kein sehr kräftiger. Selten einmal wird man zur Anwendung von Ferrum sesquichlor. schreiten müssen. Hält eine mässige Blutung etwas länger an, so fülle man nach Beseitigung der grössern Gerinnsel und Reposition der Bindehaut die Höhle mit mehreren kleinen Charpieballen aus, lege dann noch Charpie auf die geschlossenen Lider und ziehe darüber einen Monoculus etwas fester an. Steht die Blutung bald, so genügt die Einlegung eines kleinen Charpiebäuschchens, um die *Conj. bulbi* an die hintere Wand der Höhle leicht anzudrücken, wenn dann der gewöhnliche Schutzverband angelegt wird. Den letzteren allein anzuwenden, ohne Charpie hinter die Lider gegeben zu haben, scheint weniger gut zu sein. Die an die Stelle des Bulbus gelegte Charpie bleibt 36—48 Stunden liegen, dann wird sie in der Regel bleibend entfernt.

BOWMAN vereinigt, wie KNAPP[1]) berichtet, die Wunde mittelst einer Staphyloraphienadel, indem er einen Faden an 4 Stellen einzieht, wie beim Zuschnüren eines Tabakbeutels. In Fällen, wo die Blutung bald steht, kann man das leicht thun, doch sah ich die Heilung kaum um einige Tage früher beendet. Wo die Spaltung der äussern Commissur nöthig war, wird diese Wunde durch die Knopfnath vereinigt. — Ich habe mehrmals nach Stillung der Blutung gesehen, wie die nur an der *Tunica vaginalis* haftenden *M. recti* Mitbewegungen mit den associirten Muskeln des andern Auges machten.

§ 154. **Heilungsvorgang.** Unter einem grauweissen Beschlage der blossgelegten Scheidenhaut entwickeln sich Granulationen, und allmählich verkleinert sich die granulirende Fläche dadurch, dass die *Conj. bulbi* von der Peripherie gegen die Eintrittsstelle des *N. opticus* hingezogen wird. Dieser Process pflegt in 8—14 Tagen ganz beendet zu sein. Je mehr von der *Conj. bulbi* zurückgelassen werden konnte, desto leichter erfolgt die Verwendung derselben zur Ueberkleidung der Höhle, und desto geräumiger gestaltet sich diese bei der Vernarbung. In der Gegend der Uebergangsfalte sieht man dann eine Art circulärer Rinne oder Falze zwischen den Lidern und dem Stumpfe, welcher vom *N. opticus*, vom Orbitalfette und von den geraden Augenmuskeln gebildet wird. In diese Falze kommt der Rand des künstlichen Auges zu liegen, wenn ein solches beliebt wird. Mit der Einlegung desselben soll man warten, bis die Injection und Secretion der Bindehaut zur Norm zurückgekehrt, wenigstens nicht mehr als die Folge des traumatischen Eingriffes zu betrachten sind.

Wurde wenig oder gar keine *Conjunctiva bulbi* zurückgelassen, so wird mehr weniger vom Uebergangstheile der Lidbindehaut zur Ueberkleidung der wunden Fläche verwendet, werden demnach die Lider tiefer in die Orbita zurückgezogen, wird somit das Einlegen eines künstlichen Auges erschwert oder unmöglich gemacht. Diess ist auch der Fall, wenn die *Conjunctiva bulbi* an einer grössern Partie nicht geschont wurde (werden konnte); dann kann allenfalls nur noch eine diesem Defecte entsprechende Modification an der Basis der einzulegenden Piece die Prothesis möglich machen. BADER's Rath, ein künstliches Auge schon am 4. oder 5. Tage, wenn auch nur stundenlang einzulegen, ist nach dem, was ich gesehen, nicht zu empfehlen.[2]) Vergl. hiermit den Artikel: Symblepharon.

§ 155. **Verwendbarkeit.** (Anzeigen, Gegenanzeigen). Diese Operation kann, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, ohne alle Gefahr für das Leben des Kranken unternommen werden, während die Ausweidung der Augenhöhle, welche bei Neubildungen oft noch zulässig ist, wo die Enucleation nicht mehr ausreicht, eine weit bedenklichere Wunde setzt und theils durch Blutung, theils durch Meningitis Gefahr bringt. Bis jetzt sind 4 Fälle bekannt geworden, in welchen Tod nach der blossen Enucleation erfolgte.[3]) Nur in zweien davon (GRÄFE), wo die Enucleation bei floridem Eiterungsprocesse im Bulbus und entzündlicher Schwellung der Scheidenhaut gewagt worden war, konnte der Tod mit der Operation in ursächlichen Zusammenhang gebracht werden. Panophthalmitis ist dem-

1) A. f. Augen- und Ohrenheilk. II. b. 188.
2) Prager Vierteljahrschr. 57. B. 89.
3) Heidelb. Congr. in Zeh. klin. Mon. 1863.

nach als Gegenanzeige zu betrachten. Auch wird hier der Zweck, dessentwegen man die Enucleation vornehmen wollte, viel leichter durch einfache Eröffnung des Abscesses oder schon etwas früher durch Spaltung der Bulbuswand erreicht, wenn Cataplasmen und Narcotica nicht genügen, die Schmerzen zu mässigen.

Wahrscheinlich sind viele Augen enucleirt worden, welche ihren Besitzern ohne allen Nachtheil hätten belassen werden können. Sicher ist, dass Vielen die Operation unnöthiger Weise angetragen worden ist. Da die Enucleation in gewissen Fällen ohne Aufschub vorgenommen werden muss, wo die Nothwendigkeit den Laien schwer begreiflich zu machen ist, so sollte man sich hüten, dieselbe für nothwendig zu erklären in Fällen, wo die dennoch erfolgte Ablehnung derselben die ärztliche Indication leicht blossstellen kann. Durchaus nicht zu rechtfertigen ist die Enucleation eines (wenn auch in beschränktem Grade oder eventuell nach Iridektomie) sehfähigen Auges, wenn wie z. B. bei *Leukoma adhaerens*, ein weiterer Verlust an Sehkraft nicht zu befürchten steht. Wird ein solches Auge enucleirt und geht dann das zweite Auge auf irgend welche Weise zu Grunde, so trifft den Arzt der Vorwurf leichtsinnigen Vorgehens selbst in dem Falle, wo die Enucleation auf Verlangen des Kranken (wegen Entstellung) vorgenommen worden war.

§ 156. *a*) Nothwendig ist die Operation bei Neugebilden im Bulbus, insbesondere bei *Glioma retinae, Sarcoma choroideae, scleroticae, corporis ciliaris.* Man schreite zur Operation, sobald die Diagnose sicher gestellt ist. Durch Zuwarten kann nur verloren, nichts gewonnen werden. Hat das Neugebilde schon zur Vergrösserung des Bulbus geführt, namentlich auf Kosten der hinteren Wand, so entscheidet die Verdrängung, vorzüglich aber die aktive Beweglichkeit des Bulbus, ob man noch die Enucleation versuchen, oder gleich von vorn herein die theilweise oder gänzliche Ausweidung der Orbita vornehmen solle. Beschränkung des Neugebildes auf den Bulbus gestattet auch quoad recidiva eine günstigere Prognosis. Selbständige Ablagerungen ausserhalb des Bulbus, mitunter erst durch Besichtigung und Betastung nach der Operation sicher erkennbar, trüben die Prognose. Hat das Neugebilde vorzugsweise die Gegend des Ciliarkörpers oder die Cornea verdrängt, oder auch bereits in Verschwärung gesetzt, so wird noch immer auf die blosse Enucleation angetragen werden können, wenn nicht zugleich starke Ausbreitung nach hinten anzunehmen ist. Bei Verjauchung des bereits zu Tage getretenen Neugebildes geht der Kranke sicher zu Grunde, wenn man nicht operirt; zu erwägen bleibt indess, ob derselbe nicht auch trotz der Operation wegen Erschöpfung oder wegen Ablagerung in anderen Organen erliegen werde. Die Untersuchung der Lymphdrüsen vor dem Ohre und am Halse, der übrigen Organe (Leber, Brustdrüse) und des Allgemeinzustandes muss jedenfalls vorausgehen. Auch temporärer Stillstand, selbst Rückbildung, wie sie namentlich bei Glioma beobachtet worden ist, kann das Verschieben der Operation für gewöhnlich nicht rechtfertigen. Dass die Operation den Ausbruch des gleichen Uebels auf dem zweiten Auge oder in andern Organen einleite oder doch beschleunige, kann schon deshalb nicht als erwiesen betrachtet werden, weil dieses Vorkommen auch ohne operativen Eingriff oft genug beobachtet worden ist. Ob man, wenn das Leiden (namentlich Glioma) bereits bilateral zur Beob-

achtung kommt, noch zur Operation schreiten solle, um möglicherweise wenigstens dem fürchterlichen Ausgange in Verjauchung und sicheren Tod vorzubeugen, wird sowohl für den Arzt als für den Kranken (dessen Angehörige) schwer zu entscheiden sein.

Bei Neoplasmen in der Iris, so lange sie nicht zu gross sind, genügt ein der Iridektomie analoges Verfahren zur völligen Exstirpation. Ich kenne 2 Fälle von *Sarkoma melanodes*, in welchen, so weit es nach 5—6 wöchentlicher Beobachtung und nicht weiterer Meldung erlaubt ist, auf dauernden Erfolg der Excision geschlossen werden konnte. In einem dritten Falle, wo das Sarkom die Linse stark verdrängt hatte, wurde die *Enucleatio bulbi* vorgenommen.

Einfache Cysten[1]), welche nach penetrirenden Wunden an der Corneoskleralgrenze beobachtet werden, kann man in der Weise entfernen, dass man daneben einsticht und sie vortreten macht oder hervorzieht; oder so, dass man an der Corneoskleralgrenze mit einem breiten Lanzenmesser in das Innere der Cyste dringt, ohne die gegenüber befindliche Cystenwand zu durchbohren, worauf diese vorgestülpt wird und nun mit mehr weniger Irissubstanz abgekappt werden kann. Im Wintersemester 1873 habe ich einen Fall in der ersten, einen andern in der zweiten Weise operirt. Kleine Cysten gestatten leider nur den ersten Vorgang, der nicht immer zum Ziele führt. Wo die Eröffnung der Cysten (vermöge einer gewissen Grösse derselben) in der genannten Weise ausführbar ist, verdient sie unbedingt den Vorzug.[2])

Melanotische Geschwülste an der Corneoskleralgrenze mit einem dünnen Stiele aufsitzend und pilz- oder hemdknopfähnlich theils über die Cornea, theils in die *Conj. bulbi* sich ausbreitend, ohne mit der Cornea oder Sklera in weiterem Umfange zusammenzuhängen, habe ich wiederholt gesehen. In einem solchen Falle wurde durch Abtragen und dann durch intensives Touchiren der dünnen, wahrscheinlich bis zur Uvea reichenden Wurzel mit einem zugespitzten Lapis, worauf starke Reaction folgte, vollständige und dauerhafte Heilung erzielt; 2 Jahre später war nichts von einer Recidive zu sehen. Vergl. § 129.

Die Enucleation führt sicherer und schneller zur Beseitigung des Krankhaften und zur Bildung eines zweckmässigen Stumpfes, als die noch von Himly[3]) für krebsige und staphylomatöse Entartung der vorderen Bulbushälfte empfohlene Abkappung, behufs welcher nach demselben Autor ein Staarmesser hinter der schadhaften Stelle durchgestossen und in analoger Weise vorgegangen werden soll, wie bei der Abtragung eines Totalstaphyloms nach Beer. »Die Augenflüssigkeiten fliessen aus und die Häute heilen zusammen, bilden einen Stumpf, welcher das Einsetzen eines künstlichen Auges zulässt.«

§ 157. *b*) **Fremde Körper**, bis in den Raum hinter der Linse eingedrungen und dort haftend, geben unter Umständen die Anzeige zur ungesäumten Enucleation, ausnahmsweise zu dem Verfahren von Barton (§ 161). Bei constatirter Anwesenheit eines fremden Körpers im Glaskörperraume hat man sich allemal zu fragen, nicht sowohl ob es möglich, als vielmehr ob es nach analogen Fällen überwiegend wahrscheinlich sei, dass der fremde Körper ohne excessive Reaction eingekapselt werden, und im Verneinungsfalle, ob man ihn leicht finden und ohne Eingriffe, welche den Fortbestand des Bulbus an und für sich gefährden, werde entfernen können. § 135.

---

1) Heidelb. Congr. 1871, Zeh. klin. Mon. Okt.
2) Ueber Iriscysten: Guépin fils in Ann. d'oc. T. XLIV. p. 189 und Hulke, Ophth. hosp. rep. T. VI. in Ann. d'oc. T. LXII. p. 43.
3) Kr. und Missb. I. 505.

Kleine rundliche Körper (bis etwa zu 1,5 Mm. Durchmesser) oder dünne kurze Splitter (Glas) lassen eher auf eine dauernde Einkapselung rechnen, als grössere, besonders wenn dieselben eine zackig-spitzige Oberfläche haben, namentlich aber wenn sie zugleich chemisch wirken können (Metall), oder wenn sie vermöge des absoluten oder specifischen Gewichtes ein stetes Hin- und Her-Geschleudertwerden bei den Augenbewegungen befürchten machen. Dann kommt es aber auch auf den Grad der bereits vorhandenen Reaction und auf den Zeitraum seit der Verletzung an.

Wo bereits floride Eiterung im Gange, wo Panophthalmitis vorhanden oder im Beginnen ist (nachweisbare, durch entzündliches Oedem der *Tunica vaginalis bulbi* bewirkte, vom Eiterungsprocesse im Bulbus abhängige Protrusion des Bulbus), enthalte man sich der Enucleation. Eher kann man die heftigen Schmerzen durch Spaltung der Bulbuswand abkürzen. § 111.

Wenn der entzündliche Process einen chronischen Verlauf genommen hat, dann tritt auch die Rücksicht auf das zweite Auge in die Reihe der Momente, welche bei der Frage, ob Enucleiren, Extrahiren oder Zuwarten in Erwägung zu ziehen sind. § 135, § 160.

Dass man auch nach erfolgter Einkapselung eines fremden Körpers vor späterer Entzündung, sei es eitrige Choroiditis, sei es Kyklitis mit Einwärtszerrung des Ciliarkörpers, und somit auch vor sympathischer Affection des zweiten Auges nicht immer sicher ist, dafür sprechen zahlreiche Beobachtungen verschiedener Autoren. (Ich kenne Fälle, wo nach scheinbarer Ruhe von 1 bis 7 Jahren eitrige Iridochoroiditis auftrat, und Gräfe erwähnt sogar eines Falles von 20 Jahren.)

Hat man sich bald nach der Verletzung zu entscheiden, und ist nicht grosse Wahrscheinlichkeit für Einkapselung vorhanden, wobei theils Besichtigung und Betastung des Auges, theils anamnestische und physikalische Momente zu benutzen sind, so schreite man zur Enucleation, sobald es unmöglich ist, den fremden Körper unter gänzlicher oder theilweiser Erhaltung des Bulbus zu extrahiren. Bluterguss, Cataracta, ausgebreitete Glaskörpertrübung können es unmöglich machen, den Sitz mit dem Augenspiegel zu ermitteln. Bei geringer Aussicht auf das Gelingen der Extraction des fremden Körpers kann man allerdings zur Enucleation schreiten, doch würde auch der misslungene Extractions-Versuch wohl kaum eine schlimmere Folge haben, als Beschleunigung der Panophthalmitis, welche beim Verzichten auf jeden operativen Eingriff ohnehin in Aussicht steht. Dasselbe gilt von dem Barton'schen Verfahren. Vergl. § 161. Für die frühzeitige Enucleation in solchen Fällen hat sich auch Derby erklärt. [1])

§ 158. *c*) Bei **Staphylomen** der Hornhaut oder der vorderen Skleralzone mit Amaurosis als Folge von Drucksteigerung (ektat. Hornhautnarben mit sogenanntem Secundärglaukom), deren Beseitigung wegen Entstellung gewünscht wird oder wegen Belästigung durch ihre Grösse, durch Schmerzhaftigkeit, durch zeitweilig im Cornealgewebe auftretende Geschwürsbildung angezeigt erscheint, ist es besser zu enucleiren, als irgend eine Operation vorzunehmen,

1) Ann. d'oc. LIV. p. 238.

welche die Eröffnung des Bulbus in grösserer Ausdehnung erheischt. Man läuft wegen der starken Druckverminderung Gefahr, eine heftige Blutung bei oder nach der Operation und weiterhin Panophthalmitis zu erhalten, gerade wie bei der Extraction einer *Cataracta glaukomatosa*. Vergl. § 121.

Wenn v. Gräfe[1]) darauf hinweist, dass nach hinteren Ektasien des Auges das orbitale Fettgewebe mehr weniger atropisch ist und dann nach der Enucleation der Conjunctivalsack mehr als erwünscht zurücktritt, demnach die Beweglichkeit eines künstlichen Auges höchst beschränkt ausfällt, so kann darin keine Gegenanzeige gesucht werden, sondern nur eine Mahnung, dass man rücksichtlich des Tragens eines künstlichen Auges, welches, nebenbei bemerkt, auch unter scheinbar ganz günstigen Verhältnissen nicht immer vertragen wird, nicht zu viel verspreche, und dass ein mässig verkleinertes Auge in kosmetischer Beziehung vortheilhafter sei, als eine so zu sagen leere Orbita, in welcher sich ein künstliches Auge mitunter gar nicht tragen lässt, und welche manchmal durch Hemmung der Thränenleitung, Excoriationen oder Entropium auch recht lästig wird. Nach recht sorgfältiger Schonung der *Conjunctiva bulbi* und der Muskeln bei der Enucleation wird man übrigens sehr selten in die Lage kommen, kein künstliches Auge tragen lassen zu können.

§ 159. *d*) **Augen mit verminderter Grösse**, welche bereits erblindet sind, oder der Erblindung unaufhaltsam entgegen gehen und durch hartnäckige Schmerzhaftigkeit oder peinliche Photopsie belästigen, oder welche, falls ein künstliches Auge verlangt wird, das Tragen eines solchen nicht gestatten, mindestens nicht räthlich erscheinen lassen, soll man enucleiren, weil eben auf keine andere Weise Abhilfe geschafft werden kann, abgesehen davon, dass sympathische Erkrankung des zweiten Auges anderweitig nicht mit Sicherheit abzuwenden ist.

v. Gräfe[2]) hat lästige Licht- und Farbenerscheinungen, unter welchen mitunter der Schlaf und die Gemüthsstimmung arg litten, besonders nach Iridochoroiditis und nach hämorrhagischer Netzhautablösung, zum Theil traumatischen Ursprungs, beobachtet und war geneigt, sie auf secundäre Entzündung des Sehnerven zu beziehen; einmal fand er Kalkablagerung im Sehnerven von der Papille bis zur Durchschnittstelle. Er betrachtete demgemäss diese Licht- und Farbenerscheinungen, so wie einmal die quantitative Lichtempfindung bei Iridochoroiditis bedeutend herabgesetzt ist, als indicirend für die Enucleation und rieth, damit nicht unnütz zu warten. »Wenn ich auch bis jetzt unter derlei Umständen noch keine sympathische Erkrankungen des zweiten Auges constatirt habe, so waren doch die Beschwerden sehr langwierig, widerstanden den sonstigen Mitteln und liessen befürchten, dass die Reizung im Sehnerven fortschreite, so dass selbst dessen Durchtrennung nachher die subjectiven Lichtempfindungen abzuschneiden nicht im Stande sein würde.«

§ 160. *e*) **Sympathische Erkrankung des zweiten Auges** kann die Enucleation des ersten erheischen, aber auch — wenigstens temporär — contraindiciren.

Die Entscheidung gehört unter die schwierigsten in der ärztlichen Praxis. Zunächst ist es nicht immer leicht, manchmal wohl unmöglich, zu sagen: die Erkrankung des Auges b ist sympathisch, d. h. sie ist der Effect der Erkrankung des Auges a, und setzt diese nothwendig voraus. Sodann darf man keineswegs sicher erwarten,

---

1) A. f. O. VI. a. 123.
2) A. f. O. VI. a. 128.

dass nach der Enucleation von a der Process in b zurückgehen oder doch stille stehen werde, denn der bereits in Gang gesetzte Process kann trotz völlig beseitigter Ursache noch selbständig fortbestehen, ja vielleicht gerade durch den operativen Eingriff und durch den Wund- und Narbenreiz noch gesteigert werden. Diess letztere ist nach verlässlichen Beobachtungen (CRITCHETT u. A.) fast immer zu fürchten, wenn die Enucleation von a während florider Entzündung in b vorgenommen wird. Noch schwieriger wird endlich die Feststellung der Anzeige dadurch, dass wenn auch selten, dennoch sympathisch erkrankte Augen mit der Zeit wieder in einen leidlichen, wenigstens für die Pupillenbildung geeigneten Zustand gelangen, trotzdem das erste Auge nicht enucleirt wurde, ja dass bisweilen sogar das Auge a, nachdem es sicher eine sympathische Erkrankung von b herbeigeführt hatte, später durch Pupillenbildung wieder zum Sehen gebracht werden kann, dass somit dem Arzte, welcher in einem solchen Falle zur Enucleation gerathen hatte, der Vorwurf leichtsinnigen Operirens gemacht werden könnte.

Bei alledem bleibt es indess unbestrittene Thatsache, dass durch rechtzeitige Enucleation des einen Auges Hunderte von sympathisch bedrohten und wirklich erkrankten Augen gerettet worden sind, dass unmittelbar oder kurze Zeit nach der Enucleation des einen Auges auf dem zweiten Besserung erzielt worden ist, welche sonst auf keine Weise zu erlangen war.

Auf die Gefahr hin, manches hier zu wiederholen, was in dem Capitel über sympathische Erkrankung gesagt wird, oder selbst mit dem dort Gesagten vielleicht nicht durchaus über einstimmen möchte, halte ich es zur Klarlegung der Anzeigen und Gegenanzeigen für nöthig, Einiges über die sympathische Erkrankung hier einzuschalten.

Die sympathische Erkrankung besteht, anatomisch betrachtet, in Kyklitis; sie äussert sich demgemäss entweder durch vermehrten serösen Erguss in den Glaskörper (als sogenanntes Secundärglaukom), oder, und das ist der gewöhnliche Fall, durch Setzung faserstoffig-plastischen Exsudates theils an der dem Glaskörper zugekehrten Fläche und bis in den Glaskörper, theils in die hintere und sofort auch in die vordere Kammer, als Hydromeningitis, richtiger gesagt, als Iridokyklitis. Fälle der ersten Reihe sind von älteren Autoren[1]) als *Amblyopia* oder *Amaurosis congestiva* aufgefasst worden.[2]) GRÄFE[3]) hat einen Fall der 1. Reihe als sympathische Amaurose genau beschrieben. WECKER[4]) hat die Affection gleichfalls als Iridokyklitis aufgefasst.

Diese Entzündung wird, wie TAVIGNOT[5]) und ich (l. c. 50) vermuthet, HEINR. MÜLLER[6]) nachgewiesen, durch Uebertragung des Reitzes der Ciliarnerven im Auge a auf die des Auges b vermittelt. Wo man einen solchen andauernden oder zeitweilig wiederkehrenden Reiz- oder Entzündungszustand des Ciliarkörpers in a nicht nachweisen kann, ist man jedenfalls nicht berechtigt, von sympathischer Erkrankung in b zu sprechen. BOWMAN und v. GRÄFE haben sogar manchmal eine locale Correspondenz der partiell entzündeten Ciliarkörperregion beider Augen (Röthe, Empfindlichkeit gegen Berührung) gefunden. Die Fälle, welche TH. POOLEY[7]) als sympath. Sehnervenentzündung ansieht, zeigen mindestens unverkennbare Zeichen gleichzeitiger Kyklitis (wahrscheinlich das primäre Leiden in b). Anders verhält es sich mit 2 von H. COHN beim Heidelb. Congresse 1871[8]) erwähnten Fällen, wo in dem mit eklatantem Erfolge für das sympathisch bedrohte Auge enucleirten Bulbus sowohl vor

1) BEER, Augenpflege 1802; HIMLY, Kr. und Missb. 1843. II. 414.
2) ARLT, Krankh. 1853. II. 50.
3) A. f. O. III. b. 442.
4) Traité des mal. 1867.
5) Gaz. des hôp. 1849. Nr. 124.
6) A. f. O. IV. a. 368.
7) KNAPP, Archiv. I. a. 230.
8) Klin. Mon. p. 460.

als nach der Enucleation keine Spur von Entzündung im Uvealtractus nachgewiesen werden konnte, und in einem von Mooren[1]) erwähnten Falle, in welchem gleichfalls eine sympathische Affection durch Vermittlung des *N. opticus* eingeleitet worden sein soll. Weitere Beobachtungen müssen abgewartet werden.

Die sympathische Iridokyklitis, namentlich die mit plastischem Exsudate, hat allerdings manche Eigenthümlichkeiten gegenüber analogen Formen anderen Ursprunges, doch genügen diese zur Feststellung der klinischen Diagnose an sich nicht und können nur allenfalls Verdacht auf diese Ursache erregen. Die Symptome entwickeln sich selten in auffallend rascher Aufeinanderfolge (acut). Gesteigerte Empfindlichkeit des Auges b gegen das Licht und gegen accommodative Verwendung, später Einschränkung der Accommodationsbreite und wohl auch Herabsetzung der Sehschärfe können gewissermassen als Prodromalsymptome längere Zeit bestehen. Oft jedoch ist es erst eklatante Sehstörung, im Verhältniss zur sichtbaren Trübung im Glaskörper, im Kammerwasser (Beschlag der Descemet'schen Haut) bei anfangs noch geringer Betheiligung der Iris, welche den Kranken bestimmt, Hilfe zu suchen. Meistens kann man um diese Zeit bereits eine auffallende Empfindlichkeit der mehr weniger gerötheten Gegend des Ciliarkörpers (ringsum oder stellenweise gegen Betastung, z. B. mit einem glatten Elfenbeingriffel constatiren. Selten ist vermehrte Spannung vorhanden, und wenn ja, so geht sie bald vorüber und weicht alsdann deutlicher Weichheit. Alle solche Bulbi verfallen später der Schrumpfung. Nur ausnahmsweise erfolgt Stillstand und gestattet dann eine Operation auf diesem Auge. Die Iris, anfangs mitunter gegen die Zonula rückwärts gezogen, später am Pupillarrande mit der Kapsel verlöthet, wird dann in ihrer mittleren Zone vorgetrieben (vorwaltend durch flüssiges Exsudat), und das ist im Allgemeinen weniger ungünstig (für Iridektomie), meistens aber wird sie filzig aufgelockert, röthlich oder rostbraun, und erscheint dann in toto näher gegen die Cornea gerückt. Dann ist sie hinten mit einer dichten Schwarte belegt, auf welcher ihr Gewebe allmälig durch Atrophie erblasst, vergilbt, wohl auch ein marmorirtes Aussehen (mit dunklen Tupfen) bekommt. Die Lichtempfindung, schliesslich durch Schrumpfung des Glaskörpers und Abhebung der Netzhaut erlöschend, kann noch lange im leidlichen Zustande fortbestehen, aber die Hoffnung, durch Iridektomie zu reussiren, ist schon wegen der mechanischen Hindernisse meistens eine sehr geringe. Vergl. § 84, 85 u. 86. In seltenen Fällen wird die Iris sammt der Linse stark rückwärts gezogen.

Die Entzündung oder Reizung des Ciliarkörpers in dem Auge a, ohne welche von sympathischer Erkrankung des Auges b wohl nicht die Rede sein kann, und welche sich theils durch spontane, oft weit ausstrahlende, theils durch die bei Betastung der Ciliargegend auftretenden Schmerzen kund gibt, kann durch verschiedene Ursachen eingeleitet werden, obgleich die Idee, dass ein sympathisches Verhältniss obwalte, bei unseren Vorgängern zunächst durch Fälle von Verletzungen mit Betheiligung des Ciliarkörpers oder mit Hinterlassung eines Fremdkörpers angeregt worden sein dürfte.

Zu den Ursachen gehört zunächst permanente oder zeitweilig wiederkehrende (gesteigerte) Zerrung der Iris gegen eine ektatische Hornhautnarbe (besonders kegelförmiges Partial- oder Totalstaphylom), Einklemmung der Iris an der Corneoskleralgrenze (cystoide Vernarbung mit blasiger Vortreibung einer Partie Iris und Einwärtszerrung des Ciliarkörpers durch constringirende Narben nach penetrirenden Wunden. Seltener sind Verletzungen mit blosser Prellung der Ciliarkörpergegend die Ursache einer Kyklitis, welche später eine sympathische Kyklitis einleitet, häufig dagegen penetrirende Wunden, welche den Ciliarkörper mit getroffen haben. Die Fälle sympathischer Erkrankung nach ungenauer oder wegen Wundsprengung verunglückter peripherer Linearextraction sind bei weitem nicht so

1) Ophth. Beob. Berlin 1867. p. 160.

selten als nach der Extraction mit Lappenbildung; diese führt eher zu Hornhautvereiterung, und in Folge von Entzündung mit Hornhautvereiterung wird das zweite Auge kaum je gefährdet. Bei penetrirenden Wunden, welche die Linsenkapsel mitgetroffen haben, ist es meistens die quellende Linse, welche durch den Druck auf die Iris und die Ciliarfortsätze die sympathische Entzündung des zweiten Auges einleitet.

Mehr als einfach penetrirende Wunden, wenn sie nicht zu peripherer Iriseinklemmung, zu Linsenblähung oder zu constringirenden Narben führen, sind Verletzungen mit Zurücklassung eines fremden Körpers im Auge zu fürchten. Bei einem Auge, welches allem Anscheine nach nicht zum Sehen erhalten werden kann, ist in der That Vereiterung weniger schlimm, als chronischer Entzündungs- oder Reizzustand mit Aussicht auf sympathische Erkrankung des zweiten Auges. Dass reclinirte, durch eine Verletzung oder durch Verflüssigung des Glaskörpers luxirte Linsen, besonders wenn sie verkalkt sind, so wie Blasenwürmer (v. Gräfe, Jakobson) in analoger Weise wirken können, liegt auf der Hand. Pagenstecher[1]) und Mooren[2]) führten auch Choroidealtumoren als Ursache sympathischer Affection des zweiten Auges auf, was indess zu den Seltenheiten gehören dürfte.

Der Verdacht auf sympathische Bedeutung einer Kyklitis ist auch nahe gelegt, wenn ein längst erblindetes Auge auf oder ohne äussere Veranlassung (z. B. Stoss, Tragen eines künstlichen Auges) schmerzhaft wird, spontan, gegen Betastung. Durch neuerdings eingetretene Entzündung so wie durch Kalkablagerung oder Knochenbildung an der Innenseite der Choroidea oder im Linsensystem kann der Anstoss zu sympathischer Affection gegeben werden. Durch Glaukom erblindete Augen gefährden das zweite Auge nur, nachdem sie in das Stadium der Schrumpfung oder Kalkablagerung eingetreten sind. Ich habe im letzten Winter einen solchen Fall beobachtet. Das linke Auge war vor 4 Jahren mit gutem und dauerndem Erfolge durch Iridektomie (nach oben) operirt worden; das rechte, schon damals nicht mehr zur Iridektomie geeignete Auge fing im Herbste an, wieder schmerzhaft zu werden. Der Kranke, der deshalb Hilfe suchte, verweigerte die Enucleation des deutlich weicher und kleiner gewordenen Bulbus mit gelbaussehender (verkalkter?) Linse. Vier Wochen später kam er mit deutlicher Kyklitis des linken Auges, unter dem bekannten Bilde der Hydromeningitis. Erst nach mehrwöchentlicher, vorzugsweise diätetischer Behandlung, namentlich erst nachdem die Schwellung des obern Lides ganz und die Ciliarinjection (des l. A.) nahezu verschwunden war, konnte zur Enucleation des noch immer spontan und bei Betastung schmerzenden rechten Auges mit nachfolgender Vereinigung der Bindehautwunde durch die blutige Naht geschritten werden. Die an dem sympathisch erkrankten Auge Anfang Juni 1873 vorgenommene Lappenextraction (mit theilweiser Excision der Iris nach unten) führte noch zu keinem definitiven Resultate; wahrscheinlich wird noch eine Disscission oder Dislaceration vorgenommen werden müssen.

Wenn das Auge b wenige Tage nach der Iridektomie auf dem glaukomatösen Auge a von entzündlichem Glaukom befallen wird, so möchte ich diese Erkrankung nicht, wie Mooren[3]) vom Wundreize in a, sondern von der durch die Operation und durch die ganze Situation hervorgerufenen Gemüthsstimmung ableiten. Man denke an die bekannte Aufregung (auf welche namentlich Sichel[4]) aufmerksam gemacht hat), in welche ängstliche und exaltirte Menschen bei längerem Verschlusse der Augen nach einer Operation gerathen, und an den Einfluss, welchen deprimirende Gemüthsaffecte auf den Ausbruch entzündlichen Glaukoms üben. Sympathische Erkrankung ist nach erwiesenen ursächlichen

---

1) Klin. Beob. 1862. p. 59, 63.
2) Ueber sympath. Gesichtsstörungen. Berlin 1869.
3) Ophth. Beob. Berlin 1867.
4) Ann. d'oc. T. 49. p. 154.

Momenten, namentlich nach Verletzungen, nicht vor 5 Wochen beobachtet worden, wie schon MACKENZIE[1]) gelehrt und SCHWEIGGER[2]) treffend hervorgehoben hat. Vergl. § 102.

MOOREN (l. c. 155) hat auch Iridokyklitis, durch Netzhautablösung eingeleitet, als Ursache sympathischer Affection (Unmöglichkeit accommodativer Anstrengung, subconjunctivale Hyperämie und Thränenfluss) beobachtet und das bedrohte Auge b durch Enucleation von a gerettet.

In Fällen, wo ohne Verletzung ein Auge nach dem andern erkrankt (bei successiver bilateraler Iridokyklitis) hat man wohl zumeist auf eine gemeinschaftliche Ursache zurückzugehen, doch ist auch hier der Gedanke nicht abzuweisen, es möchte der Entzündungszustand des in der Destruction weiter vorgeschrittenen Auges auf das andere von Einfluss sein. Lässt sich dann das ersterkrankte Auge nicht etwa durch Iridektomie von den entzündlichen Zufällen befreien, so möchte einem Arzte, welcher die Enucleation desselben vornähme, wohl kein Vorwurf gemacht werden können, sofern er nur nicht während florider Entzündung des zweiten Auges operirt. Hier ist jedenfalls erst längere Beobachtung nöthig.

Es ist endlich auch sehr wahrscheinlich, dass zum Hervorrufen sympathischer Affection das diätetische Verhalten des Auges b in der Zeit, wo Reizung oder Entzündung in a besteht, von wesentlichem Einflusse ist. Denn starke Beleuchtung (greller Lichtwechsel) und accommodative Beschäftigung (Anstrengung) des Auges b erregt oder verstärkt die Schmerzen in a. BEER[3]), HIMLY[4]) und MACKENZIE[5]) haben auf diesen leider zu oft nicht beachteten Einfluss mit ganz besonderem Nachdrucke hingewiesen, und derselbe verdient nicht nur in prophylaktischer, sondern auch in operativer Beziehung unsere volle Würdigung, weil, wenn einmal die sympathische Affection, namentlich die mit plastischer Exsudation vorhanden ist, wir ausser strenger Augendiät kaum ein Mittel besitzen, Stillstand oder doch jenen Grad von Remission im Auge b herbeizuführen, welcher nothwendig ist, wenn wir das Auge a enucleiren wollen.

§ 161. **Anzeigen bei sympathischer Affection.** Die *Enucleatio bulbi* ist bei sympathischer Entzündung mit seltenen Ausnahmen die unerlässliche Bedingung zur Rettung des zweiten Auges. Die Barton'sche Methode ist wohl für den Kranken weniger abschreckend, bringt jedoch den Entzündungsprocess in dem erst erkrankten Auge nicht so schnell zum Abschlusse. Aber bei manifester sympathischer Entzündung kann man durchaus nicht mit Sicherheit auf Sistirung derselben durch die Enucleation rechnen. Die Beobachtungen von CRITCHETT[6]), dass die sympathische Entzündung oft trotz der Enucleation fortschreitet, namentlich wenn während florider sympathischer Entzündung (mit plastischem Exsudate) operirt wird, ist vielseitig bestätigt worden. PAGENSTECHER soll in einem Falle, wo die Enucleation noch vor dem Auftreten der Anzeichen sympathischer Affection vorgenommen worden war, diese nachher dennoch beobachtet haben (SATTLER).

Unzweifelhaften Nutzen hat die Enucleation nur, wenn sie gleichsam als Prophylacticum, also spätestens während des Prodromalstadiums der sympathischen Affection angewendet wird. Wenn mit Rücksicht auf die vorliegenden

---

1) Pract. treatise. 1854.
2) Handbuch. 1871.
3) Augenpflege.
4) Krankh. und Missb. 1842. II. 40.
5) Pract. treat. 1854.
6) Heidelb. Congress, Zeh. klin. Mon. 1863.

Erfahrungen über das Entstehen sympathischer Entzündung der Status praesens und die Anamnesis zu der Annahme berechtigen, dass der Ausbruch sympathischer Entzündung auch bei zweckmässigem Verhalten kaum ausbleiben werde, und wenn zugleich wenig Aussicht vorhanden ist, das ersterkrankte Auge sehend (oder für spätere Iridektomie oder Extraction geeignet) zu erhalten, oder dasselbe mindestens bald in einen ruhigen Zustand zu bringen, sei es durch Entfernung eines fremden (oder ähnlich wirkenden) Körpers, sei es durch Iridektomie oder partielle Abkappung, so ist die Enucleation aus Rücksicht sympathischer Ophthalmie angezeigt und ganz gerechtfertigt. Diese Anzeige wird um so dringender, wenn bereits die Prodromalsymptome vorhanden sind.

Bei manifester sympathischer Iridokyklitis sehen wir den Process nur selten stillstehen und noch seltener ganz erlöschen, nachdem das ersterkrankte in einen ruhigen Zustand gekommen ist. Die Fälle mit vorwaltend oder ausschliesslich serösem Ergusse geben dann noch eher Aussicht auf Erhaltung oder Verbesserung des Sehens durch Iridektomie, als die mit plastischer Exsudation. Immer ist es auch hier gerathen, durch Enucleation, wenn nicht durch gelindere operative Eingriffe, namentlich durch Iridektomie, neuerlichem Auftreten des Reiz- und Entzündungszustandes in dem ersterkrankten, derzeit ruhigen Auge vorzubeugen, ehe man an dem zweiten irgend welche Operation vornimmt.

In Fällen sympathischer Erkrankung mit anhaltendem oder mit zeitweilig wiederkehrendem Reiz- oder Entzündungszustande des letzterkrankten (Betastung der Ciliarkörpergegend) ist die Enucleaion nicht ohneweiteres vorzunehmen, vielmehr erst durch allgemeine, namentlich diätetische Behandlung dahin zu wirken, dass der Reizzustand in beiden, wenigstens im sympathisch afficirten Auge abnehme, weil sonst die sympathische Entzündung durch jeden operativen Eingriff an dem ersterkrankten Auge leicht in unheilbringender Weise gesteigert werden kann. Gelingt dies nicht, und geht das sympathisch erkrankte Auge einem schlimmeren Zustande entgegen, so kann man sich wenigstens mit dem Bewusstsein trösten, dass man diesen Gang nicht durch einen Eingriff beschleunigt habe, welcher dies erfahrungsgemäss bei florider sympathischer Entzündung mindestens oft bewirkt. Die Fälle, wo ein sympathisch florid entzündetes Auge nach der Enucleation des ersterkrankten halbwegs gut durchkam, dürften kaum zahlreicher sein, als die, wo dieser Ausgang auch ohne Enucleation beobachtet wurde.

Makenzie, dem wir die ersten näheren Angaben über die sympathische Ophthalmie verdanken[1]) führt in seiner 4. Ausgabe[2]) an, dass Prichard in Bristol (1851) der erste gewesen, welcher bei beginnender sympathischer Ophthalmie die Auslösung des verletzten Bulbus aus der Bonnet'schen Kapsel beim Menschen mit günstigem Erfolge vorgenommen, nachdem Wardrop (1818) längst auf ein analoges Verfahren bei Pferden hingewiesen hatte.[3]) Nach demselben Autor hatte Barton in Manchester (1840?) bei Anwesenheit eines fremden

1) In der 3. Auflage. 1843.

2) 1854, Traité pratique des mal. des yeux, trad. par Warlomont et Testelin. Paris 1857. T. II. 129.

3) Prichard, Ueber Verletzungen und Exstirp. des Auges in Association med. journ. 1854, übers. in Ann. d'ocul. XXXII. 172.

Körpers im Auge und nach ihm TAYLOR auch bei anderweitig bedingter sympathischer Affection bloss durch Abtragung der Hornhaut des verletzten Auges und nachfolgende Behandlung mit feuchtwarmen Umschlägen den Process im erst erkrankten Auge zu einem raschen Abschlusse zu bringen und somit auf das zweite Auge conservirend einzuwirken gesucht.

BARTON drang, wenn ein fremder Körper im Glaskörperraume sass, mit einem Beerschen Staarmesser sogleich durch die Linse (wie WENZEL), um deren Austritt zu erleichtern, wobei zugleich etwas Glaskörper, manchmal auch der fremde Körper austrat; war letzteres nicht der Fall, so wurde mittelst Pincette und Scheere der Hornhautlappen abgetragen, und wurden dann auf die geschlossenen Lider Leinsamenumschläge angewendet. In allen Fällen, wo ein fremder Körper (Zündhütchen) eingedrungen war, fand BARTON denselben nach einigen Tagen im Bindehautsacke, zwischen den Lidern oder in dem Blutpfropfe, welcher die Oeffnung verlegt hatte.[1])

XII. Exenteratio (spoliatio) orbitae.

§ 162. **Die Ausweidung der Augenhöhle** (mit oder ohne Entfernung der Thränendrüse) kommt nur bei der Anwesenheit von Neubildungen in derselben zur Verwendung. Sie ist nicht zu confundiren mit der einfachen Exstirpation von Pseudoplasmen in der Orbita, welche die Schonung, die Zurücklassung des Bulbus gestattet.[2])

Die Diagnose des Vorhandenseins eines Tumors in der Orbita unterliegt in der Regel keiner Schwierigkeit, indem die Symptome, die in allen Handbüchern angegeben sind, in dieser eigenthümlichen Combination durch andere krankhafte Zustände hervorgerufen werden. Indess können auch da Fälle vorkommen, wo diagnostische Irrungen kaum vermeidlich erscheinen. So habe ich (Dr. SATTLER) im Jahre 1870 einen Fall zu beobachten Gelegenheit gehabt, bei dem die geübtesten Diagnostiker übereinstimmend sich für das Vorhandensein einer Neubildung in der Augenhöhle und zwar eines wahrscheinlich vom Periost ausgehenden Tumors ausgesprochen hatten, wo sich aber bei der Operation herausstellte, dass man es mit einer Erweiterung der betreffenden Stirnhöhle (durch Blutansammlung) zu thun hatte.[3]) Ferner erzählt CARRON DU VILLARDS[4]) einen Fall, wo bei einem 17jährigen Mädchen mit beträchtlichem und von heftigen Schmerzen begleitetem Exophthalmus ein fibröser Tumor vermuthet und die Operation mit Beseitigung des amaurotischen Auges begonnen wurde, wo aber bei der Durchschneidung des Sehnerven eine grosse Menge einer gelblichen Flüssigkeit ausfloss, soweit der Tumor verschwunden war. Nach CARRON's Dafürhalten handelte es sich hier um eine Hydropsie der Tenon'schen Kapsel.

---

1) London méd. gazette. Vol. XXI.
2) Dieser Artikel ist von meinem Assistenten, Dr. SATTLER, bearbeitet; blos der Name: *exenteratio* wurde von mir eingeführt. Der Ausdruck »*Exstirpatio*« möge für die Ausrottung eines bestimmten Gebildes reservirt werden.
3) Dr. STEINER, Ueber die Entwicklung der Stirnhöhlen und über deren krankhafte Erweiterung durch Ansammlung von Flüssigkeiten, in Langenbeck's Archiv für Chir. XIII. p. 144.
4) Ann. d'ocul. T. XL. 120.

Die sogenannten pulsirenden Geschwülste der Orbita, welche eine höchst interessante Gruppe seltener krankhafter Zustände ausmachen, deren Ursache theils innerhalb, theils hinter der Orbita ihren Sitz hat, dürften wohl durch ihre äusserst prägnanten Symptome von den eigentlichen Afterbildungen und speciell von den Gefässgeschwülsten (cavernösen Angiomen) stets leicht zu unterscheiden sein. Pulsirende Knochengeschwülste, wie sie an anderen Theilen des Skelettes vorkommen, sind wohl an den Wänden der Orbita noch nicht beobachtet worden. Aus der nächsten Nachbarschaft der Augenhöhle jedoch hat KOCHER [1]) einen Fall beschrieben.

Es genügt natürlich nicht, bloss die Anwesenheit einer krankhaften Geschwulst in der Orbita constatirt zu haben, man muss sich, bevor man zu einem operativen Eingriffe schreitet, über Lage, Ausdehnung und Natur der Geschwulst, so weit wie möglich genauere Kenntniss zu verschaffen suchen. Dabei wird auch die Art des Fortschreitens, der Zustand des Auges, das Alter und das Allgemeinbefinden des Kranken mit zu beobachten sein.

Bezüglich der Lage ist es für die Einrichtung des Vorganges vor allem von Wichtigkeit, zu unterscheiden, ob die Geschwulst ausserhalb oder innerhalb des Muskeltrichters lagert. Im erstern Falle (ausserhalb des Muskeltrichters) ist ausser der Hervordrängung des Bulbus auch eine mehr oder weniger starke seitliche Verschiebung zugegen und die Beweglichkeit vorwaltend nach der Seite der Geschwulst beeinträchtigt, aufgehoben. Solche Geschwülste gestatten, wenn ihre Ausdehnung nicht gar zu gross ist, mitunter die einfache Exstirpation (mit Erhaltung des Bulbus). Nicht gar so selten nehmen solche Tumoren ihren Ausgang von dem Bindegewebe in der Umgebung der Thränendrüse. Vgl. O. BECKER [2]). In manchen Fällen gehen Geschwülste in ähnlicher Weise von den Wänden der Orbita und von der *Fascia tarso-ocularis* (und dem Bindegewebe daran) aus.

Bei Geschwülsten, die sich innerhalb des Muskeltrichters entwickelt haben, jedoch die Muskeln noch frei liessen, erscheint der Bulbus vorzugsweise nach vorn dislocirt, ist eine seitliche Verschiebung weniger stark ausgeprägt, und trifft die Beweglichkeitsbeschränkung die *Mm. recti* in ziemlich gleichem Grade. Wo die *Fascia Tenoni* intact oder noch durch eine Lage Fettgewebe von der Geschwulst getrennt ist, werden, wie GRÄFE [3]) bemerkt, die Drehungen des Bulbus noch ungefähr um den Mittelpunct erfolgen. Ist aber der Tumor mit der *Tunica vaginalis* verwachsen oder sind bei atropischer Verkleinerung des Bulbus die kräftig entwickelten Muskeln über einen colossalen Tumor gespannt, so wird auch der Drehpunct ein excentrischer, vielleicht gerade in die Geschwulst hineinfallender.

Diese Gruppe umfasst zunächst die Tumoren, welche vom Auge selbst ihren Ausgang genommen und dasselbe hinten durchbrochen haben, ferner alle Geschwülste, welche vom Sehnerven oder von dessen Scheiden ausgegangen sind, endlich eine Reihe von Sarkomen und cavernösen Angiomen, welche sich im Fettgewebe zwischen den vier geraden Muskeln entwickelt haben. Die Diagnose auf einen vom Sehnerven ausgehenden Tumor ist unter allen, in der Literatur verzeichneten Fällen nur in einem der von v. GRÄFE [4]) beschriebenen vermuthungsweise ausgesprochen worden. Die Anhaltspuncte, welche in ähnlichen Fällen zur Diagnose führen könnten, hat v. GRÄFE (l. c. 205) zusammengestellt; sie treffen auch in den übrigen bekannt gewordenen Fällen im Allgemeinen zu. Die Erhaltung einer relativ guten Beweglichkeit, langsame Zunahme der Protrusion hauptsächlich in der Richtung des Sehnerven, frühzeitiger Verlust der Sehkraft bei einem sonst gutartigen Character der Geschwulst, Fehlen subjectiver Lichterscheinungen und Schmerzlosigkeit des Verlaufes lassen auf diesen Sitz oder Ausgangspunct schliessen.

---

1) Zur Kenntniss der pulsir. Knochengeschw. Virchow's Arch. XLIV. 311.
2) A. f. O. XVIII. b. 65.
3) A. f. O. X. a. 195.
4) A. f. O. X. a. 196.

Bei den innerhalb des Muskeltrichters sitzenden Neubildungen kann wohl als Regel hingestellt werden, dass eine einfache Exstirpation mit Erhaltung des Bulbus kaum möglich sei, und dass, wenn eine solche unternommen würde, abgesehen von der Gefahr eines Recidivs, Vereiterung des in grossem Umfange blossgelegten Bulbus oder Erblindung durch Atrophie des Sehnerven wegen der dicht an ihn reichenden traumatischen Entzündung (mit consecutiver Retraction des benachbarten Narbengewebes) in hohem Grade zu befürchten stände. Diesen Ausgang hat Wecker[1]) nach der Exstirpation eines wallnussgrossen cavernösen Angioms beobachtet.

Bezüglich der Ausdehnung der Geschwulst wäre es wohl von grosser Wichtigkeit, stets entscheiden zu können, ob der Tumor auf die Orbita beschränkt sei oder bereits in die benachbarten Cavitäten hineinreiche. Es sind Fälle bekannt, wo Geschwülste von entschieden gutartigem Charakter sich längs des Sehnerven bis in die Schädelhöhle fortsetzten, oder durch die untere Augenhöhlenspalte in die Flügelgaumengrube vorgedrungen waren, ohne dass sich dies durch irgend ein Symptom mit einiger Sicherheit hätte erkennen lassen. Andrerseits finden sich Geschwülste, welche einen colossalen Umfang erreicht haben, so dass sie die Orbitalwände verdrängen, und doch auf die Augenhöhle beschränkt sind. Eine Communication mit der Nasen- oder Highmor'shöhle wird sich leicht erkennen lassen und die Operation vielleicht erschweren, doch nicht direct contraindiciren. Wenn die Neubildung das Orbitaldach an einer Stelle durchbrochen hat und in die Schädelhöhle hineinragt, so ist der Ausgang der Operation ein absolut letaler. Da aber dieser Zustand vorhanden sein kann, ohne dass er sich durch irgend welche Symptome von Seiten des Gehirnes kundgibt, so kann wohl in zweifelhaften Fällen die Nadeluntersuchung, welche neuestens Billroth[2]) auch für Orbitalgeschwülste empfiehlt, einigermaassen Sicherheit gewähren, ob man noch auf das Vorhandensein knöcherner Wandungen zu rechnen hat. Im Falle als die Spitze der goldenen Acupuncturnadel auf keinen Widerstand mehr stösst, da wo sie ihn finden müsste, sondern in die weiche Hirnsubstanz eindringt, ist natürlich von einer Operation wohl nicht mehr die Rede. Billroth hat von dieser Untersuchungsmethode noch nie einen nachweisbaren Schaden erlebt.

Was die Natur der Neubildung betrifft, so hat man diessbezüglich von jeher Gewicht gelegt auf die Unterscheidung zwischen gut- und bösartigen Geschwülsten. Im einzelnen Falle ist jedoch diese Unterscheidung mitunter sehr schwierig, selbst unmöglich, weil wir eben keine sicheren Merkmale dafür besitzen.

Die eigentlichen Carcinome, von denen im Sinne Waldeyer's, Billroth's u. A. nur das Epithelialcarcinom, von der Bindehaut oder von den Lidern ausgehend im Bereiche der Orbita vorkommt (Horner's Fall von Carcinom der Thränendrüse[3]) war eine metastatische Geschwulst), können, wie unter anderen einige Fälle von Stellwag[4]) und Billroth[5]) zeigen, einen furchtbar bösartigen Character annehmen.

Was sonst als Markschwamm, Pigmentkrebs und Skirrhus der Orbita beschrieben wurde, sind theils kleinzellige Geschwülste (Gliosarkoma Virchow, Granulationssarkom Billroth), theils grosszellige, gefärbte oder ungefärbte und mehr weniger blutreiche Sarkome, zum Theil mit alveolärem Bau[6]), zu welchen ich auch die bald als Sarkome, bald als Carcinome beschriebenen Cylindrome rechne, theils Fibrosarkome, welche manchmal, wie 2 Fälle von Hulke[7]) beweisen, einen äusserst bösartigen Verlauf zeigen.

---

1) Maladies des yeux. Paris 1867. T. I. 798.
2) Chir. Klinik in Wien 1869—1870. Berlin 1872.
3) Klin. Mon. 1871. p. 11.
4) Ophthalm. vom naturhistor. Standp. 1858.
5) Chir. Klin. in Wien 1869—1870. p. 77 und 84.
6) Alveoläre Sarkome Billroth in Langenbeck's Archiv. XI. 244.
7) London R. Ophth. Hosp. Rep. 1863. V. IV.

Von den Orbitalsarkomen im Allgemeinen spricht VIRCHOW[1]) als von »überaus gefährlichen« Tumoren.

Andererseits existiren Geschwülste von demselben anatomischen Baue, wie die eben angeführten, denen jedoch, wenigstens in dem Stadium, in dem sie zur Operation kommen, alle Charactere fehlen, die einem Neugebilde den Stempel der Bösartigkeit aufdrücken. Was die Unterscheidung zwischen gut- und bösartigen Geschwülsten besonders misslich macht, ist der Umstand, dass nicht selten Tumoren während eines Zeitabschnittes ihres Verlaufs sich als durchaus gutartig erweisen, und dann auf einmal den Character der Bösartigkeit annehmen, infectiös werden, und trotz vollständiger Exstirpation mehr weniger rasch recidiviren und sodann vielleicht in einer entschieden bösartigen Form auftreten. Diess wird in auffälliger Weise illustrirt durch einen Fall von Fibrosarkom, den HIRSCHBERG berichtet[2]) und ein Myxosarkoma, von HORNER beschrieben[3]). Zwei ganz ähnliche Geschwulstformen habe ich (Dr. SATTLER) beobachtet: bei einem kleinzelligen Fibrosarkom von sehr derber Consistenz und stellenweise myxomatösem Bau, das sich bei einem 7½jährigen Mädchen sehr langsam im vordern Abschnitte der Orbita entwickelt hatte, trat nach scheinbar sehr ausgiebiger Exstirpation schon 3 Monate später ein Recidiv ein, welches nun einen die ganze Orbita ausfüllenden Tumor bildete. Und eine andere Geschwulst von derselben anatomischen Beschaffenheit bei einem 7jährigen Knaben, die anfangs sehr langsam gewachsen war, fing plötzlich an, sich rasch zu vergrössern, und es traten Lymphdrüsentumoren der Submaxillargegend auf, welche genau denselben Bau zeigten, wie die Orbitalgeschwulst. Einer dieser Tumoren übertraf dann sogar die Originalgeschwulst an Grösse.

Das Freisein der Musculatur, auf welches v. GRÄFE[4]) ein sehr grosses Gewicht legte, kann ich nicht als so allgemein maassgebend betrachten. Wenn auch ein frühzeitiges Ergriffenwerden der Muskeln berechtigt, die Prognose zweifelhaft zu stellen, so kommen doch viele Orbitalgeschwülste vor, die wegen ihres sonstigen Verhaltens und Verlaufes als entschieden bösartige aufgestellt werden müssen, und welche doch die Muskeln intact lassen, so dass die Beweglichkeit eben nur in dem von Grösse und Lage des Tumors abhängigen Grade beeinträchtigt ist. Dasselbe gilt von dem Vorhandensein oder Fehlen der Schmerzen und von dem Aussehen des Patienten, Momente, denen auch v. GRÄFE nur geringe Bedeutung zuerkannte. Eine unverhältnissmässige Herabsetzung der Sehschärfe, die von manchen Autoren als Zeichen der Bösartigkeit angeführt wird, hat noch weniger Werth, da gerade die vom Sehnerven oder seinen Scheiden ausgehenden Neubildungen das Sehvermögen frühzeitig schädigen und doch grösstentheils zu den gutartigen Geschwülsten gerechnet werden müssen.

Die Raschheit der Ausbreitung eines Tumors in der Orbita wird immer grossen Verdacht auf eine bösartige Natur desselben erregen.

Das Alter des Patienten ist noch in sofern in Berücksichtigung zu ziehen, als thatsächlich bösartige Orbitalgeschwülste bei Kindern weit häufiger angetroffen werden, als bei Erwachsenen.

Bei der Unsicherheit in Bezug auf die Beurtheilung der Natur einer Orbitalgeschwulst erscheint es dringend geboten, dass man 1. frühzeitig, d. h. sobald als sich das Vorhandensein eines stetigwachsenden Pseudoplasmas mit Sicherheit constatiren lässt, Exstirpation desselben vornehme, und 2. dass man dieselbe möglichst vollständig ausführe, also auch die Versuche der Erhaltung des Bulbus nicht auf Kosten dieses Grundsatzes zu weit treibe.

---

1) Die krankh. Geschwülste. II. 349.
2) Klin. Mon. 1868. p. 159 und 1869. p. 65.
3) Klin. Mon. 1871. p. 25.
4) A. f. O. X. a. 194.

Bei einigen Geschwulstarten ist es möglich, der Diagnose ihrer Natur näher zu kommen. Cysten (mit Einschluss der Hydaditen) werden, wenn sie im vorderen Abschnitte der Orbita lagern, oder wenn sie aus der Tiefe nahe unter die Lider vorgedrungen sind, nicht schwer zu erkennen sein; sie stellen dann eine rundliche, elastische, mehr weniger pralle, manchmal auch mehr weniger deutlich fluctuirende Geschwulst dar, die sich zwischen Bulbus und Orbitalrand hervorwölbt und sich verschieben, bisweilen auch etwas in die Orbita zurückdrängen lässt. Bei zweifelhafter Diagnose kann man eine Explorativpunction machen, welche wenn eine klare eiweissfreie Flüssigkeit entleert wird, die etwa bei der mikroscopischen Untersuchung Haken zeigt, die Diagnose auf eine Hydaditencyste sicher stellen kann.

Auch bei Knochengeschwülsten, welche in der Orbita nicht gar so selten beobachtet werden und nach Grünhoff[1]) am häufigsten der Gruppe der Elfenbeinexostosen angehören, unterliegt die Diagnose in der Regel keinen Schwierigkeiten, sofern die Geschwulst am Rande oder im vorderen Theile der Orbita sitzt oder doch aus der Tiefe bis nach vorn reicht. Wenn sie sehr tief sitzen, so fehlt allerdings gewöhnlich jeder Anhaltspunct zur Unterscheidung von Geschwülsten anderer Art. Sie entwickeln sich relativ am häufigsten an der obern oder innern Wand der Orbita, wachsen in der Regel sehr langsam und bleiben manchmal, bei einem gewissen Umfange angelangt, stehen, nehmen höchstens an Dichtigkeit zu. Es ist deshalb übergrosse Eile bezüglich der Entfernung nicht zu empfehlen. Manchmal erreichen sie aber eine sehr beträchtliche Grösse, wie 2 Fälle von Maisonneuve[2]) zeigen. Bezüglich eines operativen Eingriffes muss man sich auch noch gegenwärtig halten, dass diese Geschwülste nicht selten in benachbarte Höhlen, in specie in die Schädelhöhle hineinragen, und dass in den Stirnhöhlen vorhandene Flüssigkeitsansammlungen oder Neoplasmen, wenn sie die knöcherne Wand verdrängen, bei der Untersuchung mit dem Finger eine Knochengeschwulst vortäuschen können. In zweifelhaften Fällen würde das Vorhandensein häufig wiederkehrender dumpfer Schmerzempfindungen über die Nasenwurzel oder heftiger, bis in das Hinterhaupt ausstrahlender Schmerzen für eine Affection der Stirnhöhle entscheiden.

Auch für die carvernösen Angiome, die übrigens zu den seltenen Orbitalgeschwülsten gehören, gibt es ziemlich characteristische differentiell-diagnostische Kriterien: eine prall-elastische, nirgends harte Consistenz und das mehr weniger deutlich ausgesprochene Phänomen des An- und Abschwellens durch alle die Blutstauung in der Orbita begünstigenden Momente, endlich, wenn der Tumor sich bis unter die Lidhaut hervorgedrängt hat, wie es in einem von mir beobachteten Falle war, das Durchscheinen in schmutzig violetter Farbe durch die verdünnte, aber in Falten aufhebbare Cutis. Zu berücksichtigen sind ferner noch die langsame Entwicklung, die Schmerzlosigkeit und das vollkommen gute Allgemeinbefinden des Patienten. In keinem der beobachteten Fälle war Pulsation vorhanden, in den meisten die Beweglichkeit verhältnissmässig wenig beeinträchtigt, und in meinem Falle war auch die Sehschärfe trotz einer vollständigen Umwachsung des *N. opticus* durch den bis zur Grösse eines Borsdorfer Apfels (25—30 Mm. Durchmesser) herangewachsenen Tumor und einer Protrusion des Bulbus von 16—17 Mm. vollkommen normal, was wohl bei anderen Geschwülsten nicht leicht vorkommen dürfte.

Es gibt noch eine Geschwulstart, deren Natur sich meistens ziemlich sicher erkennen lässt, nämlich das Cylindrom, das seinen Lieblingsstandort in der Augenhöhle hat. Der zwischen Orbitalrand und dem mehr weniger verdrängten Bulbus sicht- und fühlbare Tumortheil zeigt eine kleinhöckerige Oberfläche, auch wohl einzelne, stärker vorspringende hügelige Knötchen, und meist derbe Consistenz. Bisweilen sind einzelne Knötchen bei Berührung äusserst schmerzhaft und es treten auch verhältnissmässig früh spontane

1) Knochenauswüchse der Augenhöhle. Dorpat 1861. Inauguraldissertation.
2) Ann. d'ocul. T. XXXIV. 277 und T. LI. 134.

Schmerzen auf. Die Geschwulst entwickelt sich niemals in, sondern stets ausserhalb des Muskelkegels; sie wächst anfangs langsam, später jedoch gewöhnlich ziemlich rasch. Da dieses Pseudoplasma ausserordentlich leicht recidivirt und mit jedem Recidiv an Bösartigkeit zunimmt, und da nicht selten kleine Knötchen isolirt vom Hauptheerde im Orbitalfettgewebe eingesprengt vorkommen, so erscheint es von grosser Wichtigkeit, schon vor der Operation den Charakter dieser Geschwulst zu erkennen, damit man die Exstirpation möglichst ausgiebig mache, eventuell auch das Periost mit fortnehme, indem in der That nach solchem Vorgange wiederholt mehrjährige Heilung constatirt werden konnte.

§ 163. **Operation.** Ein allgemein geltender Typus dafür lässt sich hier wohl nicht angeben, indem der Vorgang nach Sitz und Ausdehnung des Aftergebildes wechseln und jedem speciellen Falle eigens angepasst werden muss.

Wenn nicht von vornherein die Unmöglichkeit der Schonung des Bulbus auf der Hand liegt, kann als Regel gelten, dass man bemüht sei, die Erhaltung zu versuchen, namentlich wenn er noch seine Form und einen gewissen Grad von Functionstüchtigkeit bewahrt hat. Manchmal gelingt dies überraschend leicht, besonders wenn der Tumor von einer fibrösen Hülle umgeben und deutlich abgegrenzt ist.

Es sind Fälle in der Literatur verzeichnet, wo ansehnliche Geschwülste, selbst solche, welche bis zum *Foramen opticum* reichten, mit Erhaltung des Bulbus exstirpirt wurden, und wo auch die Function des Auges trotz ausgedehnter Blosslegung des Bulbus und des Sehnerven bis zu einem mehr weniger vollkommenen Grade erhalten blieb, resp. wieder eintrat. In dieser Beziehung ist besonders ein Fall von ZEHENDER[1]) und von O. BECKER[2]) bemerkenswerth, indem hier genaue Angaben über den Grad der wiedererlangten Sehschärfe und Beweglichkeit gemacht sind.

a. Exstirpation. Falls es sich erst bei der Operation herausstellt, dass die Exstirpation alles Krankhaften ohne gleichzeitige Entfernung des Bulbus nicht ausführbar ist, so hat man sich noch während derselben zu letzterer zu entschliessen. Es ist daher unter allen Umständen räthlich, sich vor Beginn der Narkosis der Einwilligung des Kranken zur eventuellen Entfernung des Auges zu versichern.

Um sich Zugang zum Tumor zu verschaffen, wird man, je nach der Lage und Grösse, die äussere Commissur spalten und von hier aus, indem man die Conjunctiva in der Uebergangsfalte oben oder unten (beiderseits) hinreichend weit einschneidet, sich den Weg zur Geschwulst bahnen, oder, was in der Mehrzahl der Fälle nöthig sein dürfte, von der Cutis aus nächst dem Orbitalrande und längs desselben gegen den Tumor vordringen, in welchem Falle dann der Bindehautsack intact bleibt. Bisweilen genügt dies noch nicht, um das Operationsgebiet gehörig frei zu haben, und es kann dann bei dem Eindringen von der Bindehaut so gut wie bei dem von der Cutis aus erforderlich werden, noch einen zweiten Schnitt senkrecht auf den ersten zu führen. Doch ist dies nur auf den Nothfall zu beschränken, da die senkrecht auf die Richtung der Fasern des *Musc. orbicularis* und die Falten der Lidhaut geführten Schnitte immer mehr weniger entstellende Narben zurücklassen.

---

1) A. f. O. b. 55.
2) Bericht über die Augenklinik der Wiener Universität. 1863—1865. p. 166.

Nachdem die Oberfläche des Tumors gehörig blossgelegt ist, sucht man, indem man sich die Wundränder gut auseinander ziehn lässt, mehr mit stumpfen Instrumenten als durch Schneiden wirkend, und immer unter Leitung des Fingers das Pseudoplasma mit möglichster Schonung der benachbarten Gebilde zu isoliren, eine Procedur, welche bei weit rückwärts reichenden und wenig festen Neoplasmen äusserst mühsam werden kann. Ist das Neugebilde völlig ausgeschält und die bei solchem Vorgehen gewöhnlich nicht gar heftige Blutung gestillt, so überzeuge man sich noch durch Tasten mit dem Finger, ob nicht noch irgendwo ein Rest oder ein zweiter Heerd vorhanden sei.

Der Augapfel tritt nun gewöhnlich von selbst in eine der normalen mehr weniger nahestehende Lage zurück. Die Hautwunde wird durch Hefte der Knopfnaht bis auf eine an der untersten Stelle derselben gelegene Spalte vereinigt und durch diese wird ein Leinwandstreifen bis zur tiefsten Stelle der Höhle eingeführt. Die Reaction bleibt in der Regel eine mässige, der Bulbus tritt zwar durch die in den nächsten Tagen erfolgende Anschwellung wieder mehr hervor, doch nur für einige Tage. Wenn einmal die Eiterung reichlicher wird, gewöhnlich vom 4. oder 5. Tage an, so geht die Heilung meistens rasch vor sich. Nur manchmal bleibt durch längere Zeit ein fistulöser Gang zurück, der wohl in einzelnen Fällen in einer umschriebenen Caries oder Nekrosis seine Ursache haben mag, und dessen definitiver Verschluss die Anwendung energischer Cauterisationen nothwendig macht. In wie weit das Auge seine Function und Beweglichkeit schliesslich wieder gewinnt, das hängt ab zum Theil von den bereits vor der Operation vorhandenen Veränderungen, zum Theil aber von den Schädigungen, welche die Muskeln und der *N. opticus* bei der Operation und während der Vernarbung erbitten haben. In manchen Fällen kommt es auch zur Zerstörung des mühsam erhaltenen Bulbus durch Eiterung.

§ 164. *b.* **Ausweidung der Orbita** (Exenteration). Wenn die Fremdbildung die ganze Orbita erfüllt oder wenn man, um bei einem augenscheinlich bösartigen Tumor, namentlich wenn es sich bereits um einen Recidivtumor handelt, vor ferneren Rückfällen mehr Sicherheit zu haben, den Inhalt der Augenhöhle in seiner Totalität entfernen will, verfährt man auf folgende Weise.

Nachdem der Kranke vollständig narkotisirt ist, beginnt man mit der Spaltung der äussern Commissur durch einen horizontalen Schnitt bis zum oder bis über den Orbitalrand hinaus. Hierauf löst man die über die Geschwulst gespannten und oft enorm ausgedehnten Lider von der Geschwulst und von dem Bulbus ab, indem man die dunkelrothe, geschwellte und sammetartige Bindehaut, falls sie nicht der Mitleidenschaft verdächtig ist, mit der Scheere oder mit einem bauchigen Skalpell erst unten, dann oben längs der Uebergangsfalte oder auch, wenn es angeht, näher der Cornea bis zum innern Winkel vollständig durchtrennt.

Man kann nun die Lider weit von einander abziehen, nach oben und unten umschlagen und fixiren lassen, fasst das Neugebilde mit einer Museux'schen Zange, um es nach vorn anziehen zu können, und dringt (am besten) mit einem stumpfen Elevatorium vom äussern Winkel her längs der Orbitalwand in die Tiefe. Dieses Vordringen gelingt unschwer, wenn das Fremdgebilde nicht fest an der Beinhaut haftet oder mit dem Knochen selbst in Verbindung steht. Der-

selbe Vorgang wird dann auch an den übrigen Seiten der Augenhöhle ausgeführt, bis die Geschwulst nur mehr hinten an einem Stiele (Sehnerven und Muskelursprünge) haftet. Zur Durchtrennung desselben bedient man sich am besten einer starken, nach der Fläche gekrümmten Scheere. Wenn man es für zweckmässig findet, das Periost mit zu entfernen, so muss dasselbe mit einem scharfen Skalpell am Rande der Orbita, wo es sehr fest am Knochen haftet, durchschnitten werden; dann gelingt es unschwer, dasselbe nach rückwärts völlig loszulösen. (Maurice Collis[1]) beschreibt die Exstirpation des Periostes ausführlich.)

Auf diese Weise wird es möglich, die Operation rasch und mit verhältnissmässig geringer Blutung durchzuführen und man hat, falls das Neugebilde auf die Orbita beschränkt ist, am meisten Sicherheit, nichts Krankhaftes zurückzulassen. Wenn man mit dem Elevatorium nicht gut vorwärts kommt, kann man mit der krummen Scheere unter Leitung des Zeigefingers der linken Hand theils schneidend, theils stumpf trennend (mit geschlossener Scheere) vorgehen. Die früher üblichen Exstirpatoren (von Helling) und die Verwendung von Spitzbistouris sind weniger zweckmässig.

Nach Entfernung der Geschwulstmasse sucht man die Blutung durch Einspritzen von Eiswasser zu stillen, was in der Regel bald gelingt; dann untersucht man noch sorgfältig mit dem Finger die Wände der Orbita, namentlich gegen die obere und untere Augenhöhlenspalte und in der Thränendrüsengrube mit dem Finger, und tamponirt, wenn man nichts Krankhaftes mehr findet, die Augenhöhle mit Charpieballen oder lieber (wegen der leichtern Entfernung) mit Bourdonnets. Dann werden die Lider geschlossen, die Wunde an der äussern Commissur wird durch einige Hefte vereinigt, und schliesslich wird der gewöhnliche Druckverband angelegt. Auf diese Weise ist man auch gegen Nachblutungen ziemlich gesichert. Die Anwendung energischer Blutstillungsmittel, des Glüheisens, des Ferrum sesquichloratum, ist in der Orbita nicht ohne Bedenken zulässig. In der Regel ist sie überflüssig.

Der Eingriff wird, wenn die Neubildung die Grenzen der Orbita nicht überschritten hat, gewöhnlich sehr gut vertragen, die Reaction ist eine mässige, und wenn auch in den ersten Tagen manchmal das Fieber eine bedeutende Höhe erreicht, so sinkt doch in der Regel, falls nicht accidentelle Wund- und Entzündungskrankheiten — Erysipelas, Wunddiphtheritis — hinzukommen, die Temperaturcurve am 4. bis 6. Tage so ziemlich auf die Stufe der normalen herab.

Die Charpietampons bleiben 2 mal 24 Stunden liegen, dann ist es aber gut sie zu entfernen, weil nun schon die Abstossung der nekrotischen Gewebsfetzen beginnt und das in die Charpie infiltrirte Wundsecret einen üblen Geruch annimmt. Es wird von jetzt an die Orbita 2 mal täglich ausgespritzt (anfangs, so lange noch Gewebsfetzen abgestossen werden und das durch mehrere Stunden zurückgehaltene Secret einen etwas üblen Geruch hat, noch mit einer verdünnten Lösung von hypermangansaurem Kali) und ein gewöhnlicher Schutzverband über den geschlossenen Lidern angelegt. Nach einigen Tagen hört die Abstossung von Gewebspartikeln auf, es tritt eine gute Eiterung ein, und die Ausfüllung der Höhle mit Granulationen schreitet rasch vorwärts; die Lider werden dann mehr

---

1) On the diagnosis and treatment of cancer etc. London 1864.

weniger stark rückwärts gezogen, je nachdem Bindehaut in grösserem oder geringerem Umfange mit fortgenommen wurde.

Sind die Lider mit in die Degeneration einbezogen, so dass ein mehr weniger grosser Theil derselben excidirt werden muss, so kann es manchmal wünschenswerth und zulässig sein, dieselben sogleich oder erst nachträglich durch eine Plastik zu ersetzen.

Wenn das Gewächs irgendwo bereits den Knochen ergriffen hat (abgesehen von den eigentlichen Knochengeschwülsten), so wird man diese Stelle mit einem scharfen Raspatorium oder mit einem scharfrandigen Eouidementlöffel gehörig auskratzen, bis man auf harten Knochen kommt, oder dünne Knochenblättchen (an der innern Orbitalwand) völlig ausbrechen. Die englischen Chirurgen wenden sowohl zur Stillung der Blutung als zur Zerstörung der an den Wänden haftenden Geschwulstreste mit günstigem Erfolge das Glüheisen an, dessen Wirkung, wenn es vorsichtig applicirt wird, nur eine oberflächliche ist. Nach Stillung der Blutung wird Chlorzink, mit Mehl und Opiumtinctur zu einer Paste von Honigconsistenz angemacht und auf Leinwandstreifen gestrichen applicirt.

HULKE[1]) berichtet über einen Fall, wo diese Behandlung angewendet wurde. In einem Falle von »Scirrhus«, den LAWSON im Middlesex Hospitale operirte, wo er nach Stillung der Blutung durch das *Cauterium actuale* die Orbitalwände mit Zinkchloridpasta (auf Leinwandstreifen) völlig ausgekleidet hatte, wurde ungefähr 3 Monate nach der Operation die knöcherne Orbita nahezu vollständig abgestossen und konnte in e i n e m Stücke herausgezogen werden.[2])

Wenn sich während der Operation zeigt, dass sich das Neugebilde in eine der benachbarten Höhlen fortsetzt, so wird jedem weiteren Vordringen entweder sofort ein Ziel gesetzt (Schädelhöhle, Flügelgaumengrube), oder die Operation wesentlich complicirt und ihre Gefahr in hohem Grade gesteigert. Wenn das Pseudoplasma sich durch das Orbitaldach in die Schädelhöhle hineinerstreckt, so ist der Ausgang der Operation in der Regel schon nach einigen Stunden ein letaler.[3])

§ 165. Einzelne Geschwulstformen bedingen gewisse Bosonderheiten im operativen Vorgehen, welche noch kurz erwähnt werden müssen.

C y s t e n können bisweilen durch Punction mit nachfolgender Jodinjection, durch Incision oder parielle Excision zur Heilung gebracht werden. Cysten von mässigem Umfange und dickerem Inhalte eignen sich am besten für die Exstirpation.

Bei den c a v e r n ö s e n A n g y o m e n ist nach den bisherigen Erfahrungen die Exstirpation mit bestem Erfolge auszuführen und von auffallend geringer Blutung begleitet, vorausgesetzt, dass man sich hütet, die Bindegewebshülle der Geschwulst anzuschneiden, eine Beobachtung, die schon JOHN BELL gemacht hat, welcher zuerst die Exstirpation empfahl.[4])

---

1) R. L. Ophth. Hop. Rep. V. p. 3. p. 181.
2) Transactions of the patholog. Society. 1867. p. 233.
3) BILLROTH, Chirurg. Klinik in Wien. 1869—1871. p. 68.
4) The prineiples of surgery. London 1826. Vol. III. 399, 431.

Eine besondere Berücksichtigung verdienen noch die knöchernen Tumoren, die Elfenbeinexostosen der Orbita. Wenn man sich überhaupt zu einem operativen Eingriffe entschlossen hat, so bleibt die Resection der Geschwulst das einzige zuverlässige Verfahren. Vor allem muss man sich genügend Zugang und Raum verschaffen, und dann wird man versuchen, den Tumor mit Meisel und Hammer, Knochenscheere und Knochenzangen, mit Stichsägen, eventuell auch mit dem Heine'schen Osteotom abzutragen. Es sind das äusserst mühsame und langwierige Operationen, und manchmal gelingt es nur stückweise, die Geschwulst herauszubringen. In einigen Fällen musste wegen der enormen Härte von der Fortsetzung der Operation abgestanden werden. Makenzie erwähnt drei diesbezügliche Fälle [1]) und in einem ähnlichen Falle von Knapp erfolgte sogar der Tod durch eitrige Meningitis 7 Wochen nach der Operation. Bei der Autopsie fand sich allgemeine Verdickung der Schädelknochen und eine vom linken Stirnbeine ausgehende ganseigrosse knollige Exostose. [2])

XIII. Operation des Symblepharon.

§ 166. Gegenstand einer operativen Behandlung sind nur jene Symblephara, welche durch umschriebene Diphtheritis oder durch Verletzungen mit bloss theilweiser Zerstörung der *Conjunctiva bulbi* oder der Cornea herbeigeführt wurden. Die durch chronische Bindehautentzündung bewirkte Verkleinerung des Bindehautsackes, welche schliesslich mit gänzlichem Mangel desselben enden kann, und immer vom *Fornix conj.* ausgeht, ist für den Operateur ein *Noli me tangere.*

Ist die Hornhaut durchaus oder grösstentheils mit dem oberen Lide verwachsen (wie ich es nach Verbrühung mit Schwefelsäure, mit geschmolzenem Metalle gesehen habe), so ist schon die Ablösung unmöglich oder doch höchst unsicher und gefährlich, weil darauf leicht suppurative Entzündung der Cornea, ja des ganzen Bulbus erfolgt. Wenn die Hornhaut mit dem obern oder untern Lide nur theilweise verwachsen ist, oder wenn sich an der Stelle, wo das Lid an die Sklera angewachsen ist, nur eine flügelfellartige Pseudomembran in das Bereich der durchsichtigen Hornhaut hinein erstreckt, so kann die Ablösung dieser Verbindung noch mit Aussicht auf Erfolg vorgenommen werden, falls die Adhäsion zwischen Lid und Sklera vermöge ihres Umfanges nicht etwa unheilbar erscheint.

Bei allen Verwachsungen hat man sich gegenwärtig zu halten: 1. Dass Substanzverluste der Bindehaut jederzeit nur durch Herbeiziehung (oder Ueberpflanzung) der benachbarten Partien, nie durch Erzeugung neuer Bindehaut oder breiter Narben gedeckt werden. 2. Dass, wenn die Verwachsung bis in die Uebergangsfalte (in den Fornix) der Bindehaut reicht, demnach auch die Trennung bis dorthin vorgenommen werden muss, die Wiederverwachsung jederzeit mit

---

1) Trad. française par Warlomont et Testelin. T. I. 64.
2) A. f. O. VIII. a. 239.

unwiderstehlicher Kraft von dem Winkel aus erfolgt, wo die eine Wundfläche in die andere übergeht, es müsste denn daselbst schon vorher für eine Ueberziehung mit Epithel oder mit wahrer Bindehaut von der Nachbarschaft her gesorgt worden sein. Für das Gelingen der Ueberkleidung der einen Wundfläche (oder beider) mittelst der Transplantation nach Reverdin (vergl. § 198) liegen noch nicht genügende Erfahrungen vor. 3. Nie soll man zur Beseitigung eines Symblepharon schreiten, bevor nicht der Entzündungsprocess, welcher dasselbe herbeigeführt hat, vollständig erloschen und das Narbengewebe consolidirt ist. Nur in diesem Falle lässt sich erwarten, dass die Reaction auf den operativen Eingriff diesem proportionirt sein, dass sie nicht zu Eiterung führen und ein rationelles Verfahren nicht vereiteln werde.

§ 167. **Verfahren.** 1. Blosse Durchtrennung mit einer Scheere oder mit dem Messer auf einer allenfalls gekrümmten Hohlsonde genügt bei faden- oder bandförmigen Verbindungen zwischen Lid und Augapfel. Der Schnitt werde so nahe als möglich am Lide geführt; bleibt ein Stumpf am Bulbus sitzen, so entferne man ihn (in der Regel) erst nach erfolgter Vernarbung am Lide. Manchmal verstreicht er mittlerweile von selbst.

Die einfache Trennung mit einem bauchigen Scalpelle von vorn nach hinten genügt auch, wenn die Verwachsung zwar eine grössere Fläche einnimmt, jedoch nicht bis in den Fornix reicht. Bisweilen jedoch wird es gerathen sein, entweder die Wunde an der *Conj. bulbi* durch 1 oder 2 Hefte zu vereinigen, wenigstens zu verkleinern, oder durch fleissiges Abziehen, selbst durch temporäre Extropionirung des Lides (mittelst der Gaillard'schen oder Gräfe'schen Schlinge, § 186 und 187) längeren Contact der Wundflächen zu verhindern. Weniger zu empfehlen, wenigstens nur mit grosser Vorsicht anzuwenden ist das Bestreichen der einen Wundfläche (am Lide) mit Lapis infernalis und darauf Einträufeln von Milch (Cunier[1])), um der einen Wundfläche eine mit einem leichten Schorfe bedeckte gegenüber zu stellen.

§ 168. 2. **Trennung mit darauf folgender Naht** (Verfahren von Arlt).[2]) Wenn die Verwachsung, abgesehen von ihrer Länge im Tarsaltheile (längs des Tarsus), bis in die Uebergangsfalte reicht, hier jedoch nicht über 6—7 Mm. lang ist, was durch die Sonde wohl ermittelt werden kann, so trenne man die Verwachsung unter Vermeidung jedes Einschneidens in gesunde Bindehaut, je nach Bequemlichkeit mit einem Messer oder mit einer Scheere und allenfalls unter Zuhilfenahme einer Hohlsonde bis dorthin, wo die Uebergangsfalte streichen sollte, oder noch etwas tiefer. Nach Stillung der Blutung löse man noch mit Messer oder Scheere die gewöhnlich weiter in die Tiefe und nach den Seiten hin streichenden Narbenstränge (mit Rücksicht auf einen daselbst verlaufenden Augenmuskel), bis der Bulbus nach allen Richtungen frei bewegt werden kann.

Nach abermals gestillter Blutung lasse man das Lid möglichst abgezogen halten, allenfalls mit einem Desmarres'schen Elevateur, und schreite nun zur An-

1) Ann. d'ocul. T. XI. 270.
2) Prager Vierteljahrschr. 1854. I. 161.

legung der Naht. Zwei krumme Nadeln, mit feinen Fäden versehen, werden mit den Fingern, besser mit dem Nadelhalter geführt. Die eine fasst zunächst die Bindehaut im Verlaufe der Uebergangsfalte, etwa 2 Mm. weit von dem einen Wundrande, und wird jenseits der Wundfläche an correspondirender Stelle ausgestochen. Die zweite wird 2—3 Mm. davon, näher gegen die Cornea, durch die *Conj. bulbi* in analoger Weise durchgeführt. Die Nadeln sollen auch subconjunctivales Bindegewebe mit fassen, damit die Fäden nicht durchschneiden. Die Fäden werden in derselben Ordnung langsam angezogen und geknüpft, dann nicht zu knapp abgeschnitten. Der Fadenzug bewirkt ein leichtes Abstehen des Tarsaltseiles vom Bulbus, so dass die nach vorn ungedeckte Wundfläche des Bulbus mit der des Lides nicht leicht in Berührung kommen kann. Wäre die Spannung der *Conj. bulbi* zu gross, so könnte man die Bindehaut an einer oder zu beiden Seiten in einiger Entfernung von der Naht und parallel mit dieser tief einschneiden. — Das Auge wird mit einem in Oel oder in kaltes Wasser getauchten Leinenflecke bedeckt. Auch das andere Auge soll durch 2—3 Tage geschlossen gehalten werden. Alsdann kann man die Fäden entfernen. Eiterung sah ich nie eintreten.

Ich habe diese Methode in 7 Fällen verrichtet (2 mal oben), jedesmal ohne Unfall und mit wesentlicher Verbesserung, bei schmaler Verwachsung mit völliger Heilung. Bei grosser Ausdehnung der Verwachsung in der Richtung der Uebergangsfalte ist, wie leicht einzusehen, die Herstellung der normalen Tiefe des Bindehautsackes niemals zu erreichen. — Wenn sich, wie nicht selten, auf der Hornhaut ein dem Flügelfell ähnlicher Ueberzug von mehr als 4 Mm. Länge (in radiärer Richtung) befindet, so kann man denselben nach Ablösung von der Cornea zur Deckung der Wundfläche am Tarsus benutzen, indem man einen Faden nahe an der Spitze mit einer Nadel durchführt, diesen auch am andern Ende mit einer zweiten Nadel versieht, den Lappen dann umklappt und an die innere Fläche des Tarsus anlegt, schliesslich die Nadel durch das Lid nach aussen führt, wo sie über einer kleinen Charpie- oder Heftpflasterwalze zusammen geknüpft werden. Interessant ist es dann zu sehen, wie der mit Epidermis bekleidete, daher trockene Lappen, der auf dem Bulbus gesessen, nach seiner Umklappung an der dem Bulbus zugewendeten Fläche nach und nach feucht und benetzbar, gleichsam in eine Schleimhaut umgewandelt wird.

§ 169. 3. **Trennung nach längerem Tragen eines Bleidrahtes.** Wenn die Verwachsung bis in den *Fornix conjunctivae* reicht und daselbst so lang ist, dass man gleich sagen kann, eine Deckung der Wundfläche am Bulbus werde nicht möglich sein, so lässt sich von Himly's Verfahren[1]) Heilung, mindestens erhebliche Verbesserung erwarten. Man braucht dazu einen mehr weniger dicken Bleidraht, welcher in der Richtung der Uebergangsfalte zwischen Lid und Augapfel durchgeführt und daselbst so lange belassen werden soll, bis man annehmen kann, dass der dadurch gebildete Canal durchaus mit Epithel ausgekleidet sei. Dieses Einführen bewerkstelligt man am besten mittelst starker, vorn lanzettförmiger, gerader oder leicht (nach der Schneide) gekrümmter Nadeln, welche gleich den Petit'schen Hasenschartennadeln in einen Schaft auslaufen und 2—3 Cm. lang sind. Sobald der schneidende Theil die Verwachsung passirt hat, wird

1) Krankh. und Missb. I. 107.

einerseits die Nadel hinter der Schneide mit einer starken Pincette gefasst und angezogen, andrerseits der im Schafte der Nadel eingezwängte Draht mit den Fingern der andern Hand nachgeschoben. Nun wird entweder der Draht so abgeschnitten, dass er jederseits einige Millimeter frei im Bindehautsacke liegt, oder, wenn ein Ausgleiten zu besorgen stünde, etwas nach vorn, selbst bis über den Lidrand herüber gebogen, in jedem Falle beiderseits abgerundet. Erst nach längerer Zeit, nie vor 1 Monate, kann man ihn beseitigen oder durch einen dickeren ersetzen. Alsdann nimmt man eine rabenschnabelförmig gekrümmte oder eine Kniescheere, an dem einen Blatte vorn abgerundet oder geknöpft, führt dieses in den Canal, und durchtrennt das vor dem Canale gelegene Gewebe.

Man muss darauf achten, dass der Draht nicht zu sehr nach vorn, d. i. gegen den Lidrand oder gegen die Cornea wirke, weil sonst der Kanal zu weit von der Richtung der Uebergangsfalte nach vorn abweicht und dann nach der Trennung der Bindehautsack zu wenig tief ausfällt. Deshalb rathe ich auch nicht, den Drath so zu biegen, dass er die verwachsene Partie wie eine Schlinge umfasst.

Die Resultate dieser langwierigen Behandlung sind mitunter kaum der Mühe werth, namentlich wird dadurch für die Beweglichkeit des Bulbus wenig gewonnen; doch habe ich damit bei ausgebreiteter Verwachsung des unteren Lides wenigstens das gewonnen, dass das lästige Thränenträufeln vermindert oder ganz beseitigt wurde.

Nach dem Vorbilde von Fabricius Hildanus (1593) hatte Himly zunächst hinter partiellen, nicht bis in den Fornix reichenden Adhäsionen einen Faden durchgeführt und an dessen Enden Gewichte befestigt, welche, wenn sich's um das untere Lid handelte, mittelst einer eignen Vorrichtung über Rollen an der Stirn liefen, um auch hier die Verwachsung durch einen Zug von hinten nach vorn, respective von unten nach oben zur Abnahme, zum Schwunde zu bringen. Später versuchte er statt dieses Vorganges die einfache Ligatur, und diese war es, welche ihn schliesslich auf die Verwendung von Bleidrähten führte. Für die Fälle, wo er mit geraden Nadeln nicht auskam, liess er platte sichelförmige Spitzen von verschiedenen Krümmungen anfertigen, welche an ihren vordersten Enden ein Oehr haben. Nachdem er in letzteres zuvor mehrere zusammengedrehte seidene Fäden eingezogen hatte, schob er diese Spitze mit Hilfe eines Nadelhalters nur so weit durch das Symblepharon hindurch, dass er die Seide mit einer Zange fassen konnte. Nach Zurückziehung der Nadel liess er die Fäden einige Tage liegen und brachte dann den Bleidraht in den so gebildeten Kanal ein. Bei sehr ausgebreiteten und festen Adhäsionen, wo eine einzige hinreichend ausgedehnte Schlinge nicht anwendbar erschien, legte er 2 Schlingen neben einander an. So entstand nach und nach das auf Tafel II. Fig. 6 abgebildete Instrument.

§ 170. 4. **Transplantation.** In neuester Zeit haben Teale[1]) und Knapp[2]) bei umfangreicher und bis in den Fornix reichender Verwachsung des untern Lides mit dem Bulbus die Transplantation von Lappen der *Conj. bulbi* zur Bedeckung der durch die Trennung gesetzten Wundfläche verwendet. Teale führte zuerst einen Schnitt längs des Hornhautrandes bis auf die Sklera und liess den flügelfellähnlich gegen die Mitte der Cornea streichenden Theil des Narbengewebes sitzen. Dann trennte er das Lid vom Bulbus bis zu dessen freier Beweglichkeit. Die nun nahezu viereckige Wundfläche des Lides deckte er in der hintern

1) London R. Ophth. Hosp. Rep. III. 253 und Ann. d'ocul. T. XLIX. 38.
2) A. f. O. XIV. a. 270.

(untern) Hälfte durch Ueberpflanzung eines zungenförmigen Bindehautlappens, welcher in der Mitte zwischen Cornea und Uebergangsfalte innen-oben ausgeschnitten, an der nach innen sitzenden Basis umgeschlagen und mit der (von oben entnommenen) Spitze an das Schläfenende der Wundfläche angeheftet wurde. Am Bulbus wurde die obere Hälfte der Wundfläche gedeckt durch einen aus der äussern Hälfte der Bindehaut (zwischen Cornea und äusserem Winkel) entlehnten zungenförmigen Lappen, welcher nach der Drehung an der Basis mit seinem äussern Rande längs der Cornea, mit seiner Spitze an die Basis des ersten Lappens zu liegen kam und nun durch Nähte in dieser Lage befestigt wurde. Die durch die Excision der Ersatzlappen gebildeten Wunden wurden schliesslich durch je zwei Hefte vereinigt.

Ein anderes Verfahren von Teale besteht (nach Sattler) in Folgendem. Es sei das untere Lid in grösserer Ausdehnung mit dem Bulbus verwachsen und es erstrecke sich eine flügelfellartige Membran auf den untern Theil der Cornea. Man lasse letztere unberührt und trenne das Lid vom Hornhautrande bis dorthin, wo die Uebergangsfalte streichen sollte. Nun wird ein 2—3 Mm. breiter bandartiger Streifen aus der *Conj. bulbi* oberhalb der Cornea mit einem scharfen Scalpell umschnitten und unterminirt. Der mit dem Hornhautrande concentrisch laufende (untere) Schnitt mündet in die durch den ersten Akt gesetzte Wundfläche; der periphere (obere) bildet einen flachen Bogen, dessen Enden gegen die Augenwinkel hin streichen. Der durch diese Umschneidung und Unterminirung freigewordene brückenartige Streifen wird in dem mittleren Theile schon vor der Isolirung sowohl oben als unten mit je zwei Fäden versehen, welche das Isoliren erleichtern, das Einrollen verhindern und nach dem Herabziehen des Streifens über die Cornea auf die Wunde unterhalb der Cornea sofort zur Anheftung einerseits an die tiefste Stelle, andrerseits an den flügelfellartigen Ueberzug der Cornea verwendet werden. Zu beiden Seiten können dann noch Hefte nöthig werden, um die neue Lage des brückenartigen Lappens zu sichern.

Knapp's Fall erhält selbst durch die beigegebenen Zeichnungen nicht die nöthige Klarheit der Darstellung (wenigstens für mich), weshalb ich auf das Original verweise. Teale's ältere Methode trägt den Typus der Blepharoplastik nach Fricke, die Knapp's den nach Dieffenbach.

Die Aufpfropfung kleiner Partien von der Cutis oder von Mundschleimhaut nach Reverdin (§ 198) wird sich wahrscheinlich auch bei Symblepharon verwerthen lassen. Wolfe in Glasgow [1]) hat bereits im November v. J. ein Stück Bindehaut von einem Kaninchenauge auf die vom Bulbus abgelöste innere Fläche des untern Lides mit Erfolg transplantirt (Symblepharon nach Verbrühung).

Ammon [2]) hat ein Verfahren angegeben, welches nur bei wenig ausgebreiteten, doch bis in den Fornix dringenden Verwachsungen Erfolg verspricht. Durch 2 vom Lidrande aus gegen den Orbitalrand convergirende, von der Cutis bis in den Bindehautsack eindringende Schnitte wird das Lid in 2 seitliche, nun frei bewegliche, und einen mittlern (mit dem Bulbus verwachsenen) Theil gespalten. Die Seitentheile werden sodann vor (auf) dem Mittelstücke durch die umschlungene Nath vereinigt, bei grosser Spannung nöthigen-

---

1) Gl. med. Journ. 1873, Ann. d'ocul. LXIX. 121.
2) Zeitschr. f. A. III. 235.

falls durch seitliche Einschnitte nachgiebig gemacht. Ist die Verwachsung der Seitentheile mit einander erfolgt und consolidirt, so schreitet man zur Ablösung des Mittelstückes vom Bulbus und zu dessen Entfernung und dem Bindehautsacke. Der Wundfläche am Bulbus liegt jetzt die bereits nicht mehr wunde *Conj. palp.* gegenüber, daher diese Fläche allmählich durch Herbeiziehung der angewendeten *Conjunctiva bulbi* gedeckt wird. Mit der Grösse des Symblepharon steigt offenbar die Gefahr, dass die umschlungene Naht fehlschlägt.

XIV. Operation bei Ankyloblepharon.

§ 171. Schliesst man die Fälle von Blepharophimosis (Ammon), wobei nur die Cutis des obern und untern Lides von der Schläfe her betheiligt ist, von der Verwachsung der Lidränder im intermarginalen Saume d. i. vom eigentlichen Ankyloblepharon aus, so bietet dieses ein sehr seltenes Vorkommen, und wird überdies fast nur im Verein mit Symblepharon beobachtet. In diesem Sinne aufgefasst ist das Ankyloblepharon stets das Ergebniss einer Verbrühung oder Aetzung. Für die Trennung und für die Verhütung der Wiederverwachsung gelten dieselben Grundsätze, wie bei dem Symblepharon. Man muss vor allem dafür sorgen, dass nach der Trennung von den beiden Wundflächen wenigstens die eine mit einer von Epidermis oder von Epithel überkleideten Partie gedeckt werde, namentlich da, wo die beiden Wundflächen (unter einem Winkel) in einander übergehen. (Vergl. § 167 und 173.) In zwei Fällen mit Ankyloblepharon im innern Winkel, wo das untere Lid mit dem obern (in dem einen Falle bis zur Mitte, in dem andern bis zu $1/3$ der Lidspalte) durch eine membranöse, mit Epidermis überkleidete Masse verbunden war, welche gleich der entsprechenden Partie der Lider mit dem Bulbus verwachsen war, habe ich diesen Zweck dadurch erreicht, dass ich zuerst diese membranöse Masse durch einen horizontalen Schnitt in eine obere und untere Hälfte spaltete, dann jede dieser Hälften und weiter auch die betreffenden Lidpartien vom Bulbus ablöste, und schliesslich jede derselben gegen die innere Lidfläche umkrempte und sie an dieser durch Fäden befestigte, in analoger Weise, wie ich das in dem ersten Falle von Symblepharon, den Dr. Kittel in der Pr. Vierteljahrschr. 1854, I. 161 beschrieben, gethan hatte. In beiden Fällen gelang es, nicht nur das Ankylo- und theilweise auch das Symblepharon zu heben, sondern auch, die Hauptaufgabe zu erreichen, nämlich die Kranken von dem Thränenträufeln dadurch vollends zu befreien, dass die Thränenröhrchen, nach langem Suchen dennoch aufgefunden, geschlitzt und in offene Rinnen verwandelt wurden. In beiden Fällen wurde beobachtet, dass die mit Epidermis überkleidete Pseudomembran nach einiger Zeit, den Thränen ausgesetzt und dem Bulbus zugewendet, sich allmählich in eine rothe, völlig feuchte Membran (Mucosa?) umwandelte.

Aus den Ann. d'ocul. TXLIII. 99 erfuhr ich nachträglich, dass Warlomont[1]) in einem analogen Falle ein sehr befriedigendes Resultat nach beinahe demselben Vorgange erzielt hat, und zwar nach Laugier, der bereits 1855 ein solches Verfahren publicirt hatte.

1) Journ. de médecine. Bruxelles 1860.

Operationen an den Augenlidern.

XV. Erweiterung der Lidspalte, Kanthoplastik (Ammon).

§ 172. **Operation.** Während ein Assistent den Kopf und die Lider fixirt und letztere in der Gegend des äussern Winkels in senkrechter Richtung von einander zieht, führt der Operateur das stumpfe spitze Blatt einer starken geraden Scheere horizontal hinter die äussere Commissur so tief, dass er erwarten darf, bei kräftigem Schlusse der Scheere alles, was vor dem knöchernen Theile des Orbitalrandes daselbst liegt, durchtrennt zu haben. Die mehr weniger stark blutende Wunde misst in horizontaler Richtung circa 1 Cm.; auseinander gezerrt erscheint sie rhombisch, aus einem \/ und /\ zusammengesetzt.

Handelt es sich um Erhaltung einer rein geschnittenen und bestimmt langen Wunde, so bedient man sich eines Sichelmessers (Himly), welches vom Bindehautsacke aus knapp am Knochenrande gegen die Schläfe hin geführt, an einem früher markirten Puncte der Cutis ausgestochen und sofort vor- und etwas abwärts gezogen wird. Das Einführen einer gefurchten Sonde, um auf derselben mit einem geraden oder gekrümmten Bistouri den Schnitt zu führen, ist etwas umständlicher, bei Ankyloblepharon jedoch vortheilhaft.

Als Erweiterung der Lidspalte kann man auch die Behebung des von Ammon[1]) beschriebenen Epikanthus betrachten. Ammon hat die Ausschneidung eines ellips. Hautstückes am Nasenrücken empfohlen, wovon ich keinen befriedigenden Erfolg erhielt. Ungleich günstiger erwies sich die Excision der verticalen Hautfalte, welche die Lidspalte vom innern Winkel aus überdeckt. Die Wunde zeigte nach der Excision eines V und Λ eine rhomboidale Form und nach Anlegung von 3 — 5 Heften in transversaler Richtung war die vertikal streichende Wunde, resp. Narbe kaum zu sehen, die Lidspalte frei, die Difformität, so weit als überhaupt bei so flachem Nasenrücken und so grossem Abstande der Augen von einander möglich, behoben.

§ 173. **Verwendung.** Als Vor- oder Nebenakt bei Ausschälung des Bulbus, bei Ausweidung der Orbita. Als entspannendes und antiphlogistisches Mittel bei acuter Bindehautblennorrhoe (Gräfe). Als selbstständige Operation bei Blepharophimosis[2]) und bei Ankyloblepharon. Man kann sich darauf beschränken, bloss in dem Winkel, wo die Wunde des oberen Lides in die des unteren übergeht, Bindehaut mittelst eines oder zweier Hefte gegen das äusserste Ende zu ziehen und mit der Cutis daselbst zu vereinen; man kann aber auch nebstdem die Schenkel des untern oder des obern \/ zusammennähen; wo ein geringerer Effect als genügend erkannt wird, kann man sich mit zwei Heften im untern oder im obern \/ allein begnügen.[3]) Manche (Pagenstecher, Sämisch u. A.) erweitern die Lidspalte bei chronischer Blennorrhoe (Trachom) mit Pannus, auch wenn keine Blepharophimosis besteht, wohl aber Grund vorhanden ist, anzunehmen, dass das obere Lid durch Druck auf den Bulbus der Heilung des Pannus entgegenwirke.

---

1) Zeitschr. f. Ophth. I. B. p. 533.
2) Ammon 1839, Zeitschr. f. A. und Chir. II. 140.
3) Arlt, Krankh. I. 148.

Diese Erweiterung genügt in Fällen von Entropium, welche eben nur durch Blepharophimosis bedingt sind; sie muss der gegen ein anderweitig bedingtes Entropium vorzunehmenden Operation vorausgeschickt werden, wenn Blepharophimosis vorhanden ist und den Effect jener Operation voraussichtlich beeinträchtigen würde.

PAGENSTECHER[1]) hat sie, combinirt mit GAILLARD's Ligatur gegen Entropien von Knorpelverkrümmung, empfohlen. Rücksichtlich der Kanthoplastik hat er mein Verfahren eingehalten. Die Ligatur verrichtet er mit 2—3 starken Fäden, welche besonders an jenen Stellen einzuziehen sind, an denen die fehlerhafte Richtung am meisten ausgesprochen ist. »Man hebt mit einer Hakenpincette die schlaffe Haut so wie möglichst viele Sphinkterfasern in eine dem Lidrande parallele Falte auf, stösst in die Basis derselben die Nadeln, hält sich dicht an die Oberfläche des Tarsus und wählt den Ausstichspunct etwas nach aussen von der Mündungsstelle der Meibom'schen Drüsen; der Faden wird sofort zusammengeschnürt und seine Ausstossung der Suppuration überlassen. Dieselbe erfolgt nach 6—10 Tagen.« Dieses Verfahren soll sicher helfen und nicht entstellen (?).

XVI. Verkürzung der Lidspalte, Tarsoraphie.

(WALTHER, V. GRÄFE.)

§ 174. Die **Tarsoraphie**, von PH. V. WALTHER[2]) zunächst gegen Ektropium am äussern Augenwinkel geübt, dann etwas modificirt auch für gewisse Fälle von *Ektropium palp. inf.* verwendet[3]), wird in folgender Weise verrichtet. »Die Augenlider sollen, vom äussern Kanthus ausgehend, in einer gewissen wohl zu bemessenden Länge an einander angeheilt werden, um eine Verkleinerung der nach aussen widernatürlich verlängerten Lidspalte zu erzielen. Innerhalb dieser Länge werden beide Ciliarränder abgetragen und die Wunde durch die blutige Naht vereinigt.« »Die mit dem Messer zu führenden Schnitte haben den Zweck, sowohl vom obern als vom untern Lide nächst des äussern Knorpelrandes einen Streifen, etwa 2''' lang, 1''' breit, abzutragen und convergiren gegen die Schläfe hin; die auf diese Weise wund gemachten Lidränder, an denen keine Haarzwiebeln sitzen geblieben sein dürfen (wie nach WALTHER), werden durch die umschlungene Naht vereinigt, um das früher umstülpt gewesene Lid an das obere zu heften, dadurch zu spannen und an den Bulbus zu ziehen.«[4]) Auf diese Weise wird nöthigenfalls das von ADAMS angegebene Verfahren (§ 191) mit dem Walther'schen combinirt.

ALBR. V. GRÄFE's Verfahren[5]) ist zunächst auf Verengerung der Lidspalte bei zu stark hervortretendem Bulbus (bei *Morbus Basedowi,* nach Durchschneidung

---

1) Klin. Beob. Wiesbaden 1861.
2) GRÄFE und WALTHER's Journ. f. Chir. 1826. IX. B. 1. St.
3) ARLT, Krankh. 1856. III.
4) ARLT, l. c. 371.
5) A. f. O. III. a. 248, III. b. 303, IV. b. 201 und X. b. 221.

des *M. rectus internus*) berechnet, kann aber auch in manchen Fällen von Ektropium verwendet werden.

»Auf einer unter das obere Lid geschobenen Hornplatte wird ein Schnitt durch die Haut geführt, welcher über dem äussern Winkel beginnend, circa ¾''' vom Lidrande entfernt und zu diesem parallel, 1½—3''' aufsteigt. Die Länge dieses Schnittes bezeichnet die Ausdehnung, in welcher die haartragende Substanz selbst entfernt werden soll. Von dem obern Wundwinkel wird der Schnitt nun senkrecht der vordern Lidkante zugeführt und diese eingeschnitten. Im intermarginalen Theile, der auf diese Weise erreicht ist, wird der Schnitt dicht unter den Cilien noch 1—1½''' nach der Nase hin horizontal fortgeführt, so dass eben dieser Theil hinter dem Austritte der Cilien (bis zur Conjunctiva hin) flach wund gemacht wird. Dieser 2. Theil der Wunde bedeutet die Ausdehnung, in welcher zwar die Lider noch mit einander vereinigt, aber die haartragende Substanz nicht weggenommen werden soll. Im Bereiche des intermarginalen Theiles darf nur äusserst wenig Substanz, lediglich die Hautpartie, abgetragen werden, so dass von einem eigentlichen Substanzverluste im Knorpel gar keine Rede ist. Ganz in analoger Weise wird am untern Lide verfahren und endlich die Vereinigung beider Wunden, welche einen gemeinschaftlichen lateralen Winkel haben, mittelst einer weitumschlungenen Karlsbader Naht vorgenommen. Auf diese Weise werden gar keine Haarbälge durchschnitten, sondern es fallen im äussern Theile des Schnittes die Haarbälge gänzlich weg, in dem innern Theile werden die Cilien vollständig erhalten. Nach der Operation wird zur Immobilisirung der Lider ein leichter Compressivverband angelegt, und nach Entfernung der Nadel am 3. Tage so lange Ruhe der Lider angeordnet, bis die Heilung per primam intentionem gesichert scheint.«[1])

§ 175. Auf einer Hornplatte, welche das obere Lid spannt, wird 3—6 Mm. einwärts vom äussern Winkel ein höchstens 2 Mm. langer Schnitt von oben nach unten senkrecht durch die Haut über dem Lidrande geführt. Von da auswärts wird der Cilienboden nach Flarer (§ 179) abgetragen, also der Lidrand in eine vordere und hintere Platte gespalten und auswärts vom obern Ende des senkrechten Schnittes ein Schnitt längs des Lidrandes (etwa 2 Mm. oberhalb desselben) durch die Cutis bis auf den Tarsus und bis ungefähr vor den Orbitalrand geführt. Hierauf wird der intermarginale Lidsaum seicht angefrischt (flach wundgemacht) und zwar nicht bloss längs der des Cilienbodens beraubten Partie, sondern noch etwa 2—3 Mm. weiter gegen die Nase hin. Nachdem man in ganz analoger Weise am untern Lide vorgegangen, hat die Hautwunde die Gestalt eines liegenden V (>), mit der Spitze schläfenwärts gerichtet, und die Lidränder sind, von der äussern Commissur an gerechnet, in einer Länge von 5—8 Mm. wund, so dass sie mit einander verwachsen können, überdies in einer Strecke von 3—6 Mm. der Cilien verlustig. Durch Anlegung der umschlungenen Naht oder einiger Hefte (Knopfnaht) erhält man eine horizontale, später kaum sichtbare Narbe und eine Verkürzung der Lidspalte, welche ungefähr der Länge der Anfrischung der Lidränder entspricht. Weites Oeffnen der Lidspalte soll auch nach Abnahme des zum Schutze der Hefte angelegten Druckverbandes noch durch mehrere Tage gemieden werden.

§ 176, **Verwendung.** *a.* Wenn nach unilateraler Durchschneidung eines *M. rectus int.* eine entstellende Differenz in der Oeffnung der Lidspalte

1) Gräfe, A. f. O. IV. b. 201.

eingetreten ist, verringern wir nach GRÄFE's Rath die verticale Höhe derselben am sichersten und einfachsten dadurch, dass wir ihre Länge nach aussen verkürzen. Das richtige Mass kann durch Zukneifen mit den Fingern oder mit einer Pincette am äussern Winkel ermittelt werden. In diesen Fällen rieth GRÄFE, selbst die Lidspalte um einige Linien nach aussen zu verlängern, den die haartragende Substanz wegnehmenden Schnitt im obern Lide 3—5 Mm. länger als im untern zu machen, und aus dem obern Lide, entsprechend der künstlichen Verlängerung der Lidspalte, ein dreieckiges Hautstück auszuschneiden (ähnlich wie bei Ektropien, v. *c.*)

b. Bei Exophthalmus, in specie bei *Morbus Basedowi,* wirkt die Tarsoraphie nicht nur kosmetisch, sondern bisweilen auch vermindernd (nach Wochen), jedenfalls aber wohlthätig gegen die Hornhautaffection, vorbauend oder mildernd, heilend. Hier muss jedoch die Sutur dem Grade der Protrusion proportionirt und eher zu lang als zu kurz angelegt werden. »Man darf ohne Bedenken 3, 4, 5‴ der Lidlänge vom äussern Winkel an gerechnet mit einander verbinden.« Die Partien müssen länger (4 Tage) in absoluter Ruhe bei verschlossenen Lidern gehalten werden, weil sonst die Wunde durch das Andrängen des Bulbus leicht gesprengt wird. [1])

c. Bei Ektropien, welche nicht durch tiefgreifende Substanzverluste im Bereiche des obern oder untern Lides bedingt sind, beispielsweise bei *E. senile, paralyticum,* reicht diese einfache oder mit der Excision eines dreieckigen Hautstückes combinirte Tarsoraphie aus, ja sie kann zur Emporhebung des herabgesunkenen untern Lides sogar mehr leisten, als die Ausschneidung eines Dreieckes aus der ganzen Dicke des Lides nach ADAMS und nach AMMON. [2]) Diese Combination wird nothwendig, wenn der Rand des umstülpten Lides in Vergleich mit dem gesunden bedeutend länger erscheint. Wäre z. B. das untere Lid umstülpt und sein Rand 4—5 Mm. länger, so wird am obern Lide ganz wie zur einfachen Tarsoraphie vorgegangen, am untern jedoch der Hautschnitt (und demgemäss auch die Anfrischung des intermarginalen Saumes) um 4—5 Mm. weiter nasenwärts geführt. Vor dem Schläfenende des Hautschnittes wird nun ein V förmiges Hautstück mit abwärts convergirenden Schenkeln und 4—5 Mm. breiter Basis umschrieben und ausgeschnitten. Nach Schliessung dieser Wunde durch zwei Hefte hat man eine verticale Sutur, sonst aber die Verhältnisse ganz wie bei der einfachen Tarsoraphie und kann sofort wie bei dieser die Operation durch die weit umschlungene Naht beenden. [3])

In einem Falle von *Keratitis ex lagophthalmo paralytico* (vollständige Facialislähmung seit 9 Jahren) habe ich heftige halbseitige Kopfschmerzen, welche ich Grund hatte, als vom Auge aus angeregt zu betrachten, durch Zusammennähung der Lider, erst von der Schläfe her auf 1/3 der Lidspalte, dann aber noch durch analoges Vorgehen an der Nasenseite vollständig beseitigt. Einwärts von den Thränenpuncten (d. i. in der hufeisenförmigen Bucht vor der Karunkel) wurde ein schmaler Saum Cutis mittelst Pincette und Scheere abgetragen, um dann durch 2 Hefte gänzliche Verdeckung der Karunkel und hiermit die nöthige Emporhebung des untern Lides zu erhalten.

---

1) A. f. O. III. b. 303.
2) Zeitschr. f. Augenh. I. 529.
3) A. f. O. IV. b. 203.

d. Bei plastischen Operationen rühmt v. GRÄFE [1]) die Verwendbarkeit dieser Methode da, wo es sich darum handelt, die Lage des Lidrandes gegen obwaltende elastische Züge zu verändern. Beispielsweise führt er die eben nicht seltenen Fälle an, wo umschriebene cariöse Narben das untere Lid ektropioniren und nach unten oder unten-aussen herabzerren. »Ich verlängerte in solchen Fällen die Lidspalte nach aussen, löste die narbigen Verwachsungen durch ein in die gemachte Wunde unter die Haut geschobenes Bistouri und vollführte dann die Tarsoraphie in der angegebenen Weise. Es wird durch letztere das Lid am sichersten aus seiner frühern Lage aufwärts gehoben und eine abermalige Verbindung der früher verwachsenen Flächen verhütet. Es kann übrigens auch hier wie bei Exophthalmus nur eine temporäre Vereinigung der Lider angestrebt werden. Nur derjenige Theil, in welchem die haartragende Substanz weggenommen wurde, bleibe stets definitiv vereinigt. Die Brücke dagegen, welche dem im intermarginalen Theile geführten Schnitte entspricht, kann später nach Bedarf getrennt und die Wiederverwachsung durch Umnähung der Schleimhaut verhütet werden.« Dr. SATTLER hat zu Ostern 1873 diesen Rath GRÄFE's benutzt, um bei einem Ektropium des untern Lides, welches wegen ausgebreiteter narbiger Degeneration der Cutis keine Aussicht auf Heilung durch Transplantation benachbarter Hautpartien gewährte, nach Trennung der Adhäsionen und Reposition des Lides dieses mittelst Tarsoraphie (temporär) in gehöriger Lage zu erhalten und die Retraction durch die Reverdin'sche Transplantationsmethode (§ 198) zu verhüten. Der Erfolg war ein vollkommen befriedigender. Zwei im Mai auf analoge Weise Operirte lieferten einen gleich günstigen Erfolg. (Provisorische Tarsoraphie.)

XVII. Transplantation des Cilienbodens.

(JAESCHE, ARLT.)

§ 177. **Vorgang** (am obern Lide). Wegen längerer Dauer und Schmerzhaftigkeit ist Anästhesirung wünschenswerth. Ein Assistent zu Häupten des Kranken fixirt den Kopf und spannt das Lid mittelst einer bis zum *Fornix conj.* eingeschobenen Hornplatte (T. II, Fig. 18). Der Operateur legt den Daumen der linken Hand auf die Cutis oberhalb der Wimpern und verschafft sich, die Cutis aufwärts ziehend, freie Einsicht in den intermarginalen Saum, insbesondere zu den Mündungen der Meibom'schen Drüsen. Sofort sticht er ein zweischneidiges, leicht nach der Fläche gekrümmtes Bistouri oder ein knieförmig gebogenes schmales Lanzenmesser (T. I, Fig. 4) knapp vor den Meibom'schen Drüsen in den intermarginalen Saum, so dass die eine Fläche zur Cutis, die andere zur Conjunctiva parallel und etwa 2 Mm. tief eindringt. Von hier aus wird der Schnitt nach dem

1) A. f. O. IV. b. 205.

einen und nach dem andern Winkel hin fortgeführt, erst seicht, dann tiefer, bis der Lidrand so weit, als Cilien falscher Richtung vorhanden sind, und noch etwas darüber hinaus, auf 2—3 Mm. Tiefe in eine vordere und hintere Platte gespalten ist, wovon die vordere die Cutis, Muskelfasern und den Cilienboden, die hintere den Tarsus mit den (womöglich unverletzten) Meibom'schen Drüsen und der Conjunctiva enthält. Ein zweiter Assistent tupft das Blut ab, wenn es den Operateur an der genauen Einsicht hindert. Dies der erste und wichtigste Akt der Operation, welcher übrigens auch von einem Winkel zum andern ausgeführt werden kann.

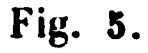


Fig. 5.



Im zweiten Akte, welcher die Ausschneidung einer halbmondförmigen Hautfalte bezweckt, spannt der Operateur die Cutis über der Hornplatte in transversaler Richtung und führt mit einem geraden Scalpell oder Bistouri einen Schnitt durch die Cutis bis auf den Knorpel (doch nicht durch diesen), von einem Winkel gegen den andern so weit, als Wimpern falscher Richtung vorhanden sind, parallel zum Lidrande und von diesem 3 höchstens 4 Mm. entfernt. Nun hält der Assistent mit der zweiten Hand die Augenbraue gleichmässig aufwärts und der Operateur legt den (linken) Zeigefinger oberhalb des Hautschnittes, den Mittelfinger nächst dem Orbitalrande an die Cutis, um diese gleichmässig zu spannen und mit demselben Messer in Form eines flachen Bogens zu durchschneiden. Je nachdem das zu entfernende Hautstück breiter oder schmäler sein soll, wird dieser Bogenschnitt mehr weniger weit von dem horizontalen entfernt angelegt. Die Sehne dieses Bogenschnittes würde demnach 3—5 Mm. von dem horizontalen entfernt sein und mit diesem sowohl als mit dem intermarginalen ungefähr die gleiche Länge haben. Wenn jetzt der Operateur unter Nachlass der Hautspannung eine Blömer'sche Pincette in der Gegend der (ihm zur Rechten gelegenen) Enden der Hautschnitte ansetzt und die damit aufgehobene Hautfalte mit einer geraden Scheere einschneidet, so dass dann das eine Blatt in den geraden, das andere in den bogenförmigen Hautschnitt einmündet, so ist es dann leicht, das umschriebene Hautstück allein, ohne Muskelfasern (welche sich beim Lebenden auf den Tarsus zurückziehen) fortzunehmen und gegen Ende dieses Aktes abermals einen Zwickel auszuschneiden. Je nach der Länge dieser Zwickel (in der Abbildung mit - - - bezeichnet) übertrifft dann die Länge der Hautwunde jene im intermarginalen Saume um 8—10 Mm.; eine Länge der Hautwunde von 3 Cm. reicht für alle Fälle aus, um über jedem der Enden des Tarsus eine Breite der Hautwunde (von circa 4 Mm.) zu erhalten, welche gestattet, auch die extremen Theile des Cilienbodens genügend (durch die nachfolgende Sutur) zu heben.

Zur Vereinigung der Hautwunde sind bei 3 Cm. Länge 5—6 Hefte nöthig (von 4 zu 4 oder 5 zu 5 Mm.). Die erste Naht wird in der Mitte angelegt. Jede Nadel wird knapp über den Cilien durch die Cutis so eingestochen, dass sie auch

die unter dem 3—4 Mm. breiten Hautstreifen liegenden Muskelfasern mitfasst, am concaven (obern) Rande der Wundfläche werden die Nadeln bloss durch die Cutis geführt. Jeder Faden wird nach der Schürzung des Knotens gegen die Stirn zurückgelegt und vom Assistenten fixirt gehalten. Nach Beendigung der Sutur wird die Hornplatte entfernt, das Blutgerinnsel von der Lidspalte abgewischt und die Lageveränderung der Cilien beurtheilt. Die Wunde vom intermarginalen Schnitte muss überall klaffen. Adhärirt die Brücke, welche die Haarzwiebeln trägt, irgendwo noch zu sehr am Knorpel, so legt der Operateur den Daumen der linken Hand auf die Fäden und die Cutis unterhalb des Augenbrauenbogens, rollt letztere gegen den Orbitalrand empor und drängt hiermit die zu corrigirende Stelle vom Bulbus ab. Es ist dann leicht, den intermarginalen Schnitt nach Tiefe und Länge zu corrigiren, einen noch adhärenten Theil gehörig mobil zu machen, ohne die Fäden zu treffen.

Längs der Hautwunde werden ein oder zwei Streifen dünnen englischen Pflasters aufgelegt, welche zugleich die Fäden und allenfalls auch die aufwärts geschlagenen Wimpern decken, 5—6 Mm. breit. Dann werden die Fäden oberhalb der Pflasterstreifen abgeschnitten. Man kann eine halbe Stunde lang ein nasskaltes Compresschen darüber legen. Gut ist es, durch 24—36 Stunden beide Augen geschlossen zu halten. Nach 36 längstens 48 Stunden werden die Fäden vorsichtig entfernt und wird die Narbe noch durch 1—2 Tage mit Pflasterstreifen bedeckt.

Dieser Vorgang unterscheidet sich von meinem früheren[1]) nur dadurch, dass ich seit circa 15 Jahren die Brücke, welche den Cilienboden trägt, nicht mehr isolire, sondern nur hinreichend mobil mache. Daher habe ich auch nie mehr partielle Vereiterung derselben zu beklagen. Wenn v. Gräfe[2]) tadelte, dass meine Methode auf die seitlich (gegen die Winkel hin) stehenden Wimpern nicht ausreichend stellungsverändernd wirke, so hat er gewiss die relative Länge meiner Schnitte und die Breite des Hautverlustes über den Winkeln (durch die Zwickel) nicht gehörig berücksichtigt. In diesem Sinne hat auch Ed. Meyer[3]) die Proportion des zu excidirenden Hautlappens ganz unrichtig abgebildet und ebenso Stellwag[4]), der leicht wissen konnte, wie ich operire.

Schon Himly[5]) hat den Rath gegeben, beim Ausschneiden einer Hautfalte nächst den Cilien nur so viel Haut sitzen zu lassen, als zum Anlegen der Sutur eben erforderlich ist, weil beim Stehnlassen eines breiten (über 4 Mm.) Streifens der Substanzverlust dadurch gleichsam fruchtlos gemacht wird, dass dieser Streifen sich sehr bald ausdehnt, somit der Zug auf die Cilien bald verschwindend klein wird. Ich habe deshalb das früher allgemein übliche Ausschneiden elliptischer Hautfalten mittelst verschiedener Scheeren und Entropiumzangen (v. Beer, Gräfe sen., Langenbeck, Himly etc.) aufgegeben, weil damit nie der Anforderung genügt werden kann, dass die Hautbrücke längs des ganzen Lidrandes überall gleich schmal, demnach der Zug auf die Cilien durch die Sutur ein durchaus wirksamer werde.

Himly hatte ferner gerathen, in Fällen von Trichiasis und Entropium die nachtheilige Mitwirkung der nächst der Lidspalte verlaufenden Muskelfasern dadurch aufzuheben, dass

1) Prager Vierteljahrschr. 1845. VII. und Krankh. d. A. 1851. I.
2) A. f. O. X. b. 226.
3) Traité des operations etc. Paris 1871.
4) 4. Auflage p. 522. Fig. 63.
5) Krankh. I. 133.

man dieselben nach Abtragung der Hautfalte an zwei Stellen (3''' von einander entfernt) senkrecht durchschneidet. Man kann dieses Verfahren adoptiren, ich glaube aber denselben Zweck dadurch zu erreichen, dass ich die längs der Hautbrücke streichenden Muskelfasern mit in die Suturen fasse.

Jäsche[1]) beschreibt sein Verfahren ungefähr mit folgenden Worten: »Man mache bei stark aufwärts gezogenem oberem Lide an dessen Conjunctivalfläche ½''' bis 1''' über dem Tarsalrande und parallel mit diesem einen Einschnitt gerade hinter der Stelle, wo die fehlerhaft gerichteten Wimpern sitzen und verlängere ihn nach beiden Seiten etwas über dieselben hinaus. Dann schneide man über derselben Stelle eine 5—6''' breite Hautfalte von der Länge jenes Schnittes (in der Conjunctiva) aus der äussern Haut, so dass der untere Wundrand 1½—2''' vom Lidrande entfernt ist. Hierauf steche man das Bistouri, die Fläche zum Bulbus gewendet, von dem einen Ende des ersten Schnittes durch das Lid bis zum untern Rande der äussern Wunde durch, und trenne, indem man dasselbe bis zum entgegengesetzten Wundrande führt, den ganzen Theil des Tarsalrandes vom Knorpel, so dass er nur an beiden Seiten mit dem Augenlide in Verbindung bleibt. Dann wird die obere Schnittfläche dieses vierkantigen Segmentes des Tarsalrandes durch Zusammennähen der Ränder des Hautdefectes an die vordere Fläche des Tarsalknorpels hinaufgezogen, mit der sie verwächst.« (Jäsche hatte nur bei partieller Trichiasis operirt.) Die transversale Incision des verkrümmten Lides von der Bindehaut aus mit nachfolgender Excision einer transversalen Hautfalte — v. Ammon — ist von der Jäsche'schen Methode principiell verschieden.

v. Gräfe[2]) »beginnt die Operation mit zwei verticalen Schnitten, von 4''' Länge, welche von der vordern Lidkante durch Haut und Orbicularis aufsteigen, und die zu transplantirende Partie seitlich begrenzen, bei totaler Trichiasis also hart an der äussern Commissur und am obern Thränenpuncte münden. Alsdann schneide man das Lid durch den Intermarginalschnitt in seine beiden Platten (wie Arlt) und nähe nun längs der verticalen Schnitte die cutane Platte um 2''' in die Höhe. Um die cutane Platte sammt dem Haarboden kräftig von der hintern Lidkante abzuziehen, kann man entweder ein ovales Hautstück (oben) excidiren oder statt dessen 2—3 vertical aufwärts rollende Suturen anlegen.« — Bei diesem Verfahren, welches unwillkürlich an das Crampton'sche (§ 188) erinnert, wird der *M. orbicularis*, werden aber auch die Stämmchen der Tarsalarterien durchschnitten. Eine bessere Stellung der Wimpern mag erreicht werden — ob aber ohne Entstellung, möchte wohl die Frage sein. Ich habe sie nie geübt, weil die verticalen Schnitte gegen den Grundsatz verstossen, Hautwunden womöglich nur nach dem Streichen der Muskelfasern, nicht aber quer darauf vorzunehmen.

§ 178. **Verwendung.** Dieses Verfahren ist vollkommen im Stande, den Bulbus bleibend und ohne Entstellung von den einwärts gewendeten Wimpern zu befreien, sowohl bei (partieller oder ausgebreiteter) Distichiasis oder Trichiasis, als bei jenen Fällen von Entropium, welche nur als weiter vorgeschrittene Trichiasis (Abrundung der innern Kante, Schrumpfung der Bindehaut und des Tarsus) zu betrachten sind. Bei Entropien anderen Ursprunges ist sie nicht nöthig und würde sie oft auch nichts nützen. Man kann sie an dem untern Lide so gut wie am obern verwenden; da aber die Erhaltung der Cilien am untern Lide in den meisten Fällen nicht von grosser Bedeutung ist, so nimmt man bei ausgebreiteter Trichiasis oder Distichiasis an dem untern Lide für gewöhnlich die Abtragung des Cilienbodens vor. Besteht neben den ge-

1) Med. Ztg. Russl. 1844. Nr. 9.
2) A. f. O. X. b. 226.

nannten Leiden auch Blepharophimosis, so muss die Kanthoplastik vorausgeschickt oder damit combinirt werden.

In einem Falle von Mikrophthalmus und *Strab. convergens* habe ich die Durchschneidung des *M. rectus internus* mit dem besten Erfolge damit combinirt. Das bessere Hervortreten der Bulbi änderte die Stellung der Tarsi zum Bulbus in vortheilhafter Weise. — Bei *Phthisis bulbi* müssen die Lider durch ein künstliches Auge gehoben und gestützt werden; doch habe ich, wenn der Bulbus nicht zu sehr eingeschrumpft war, auch von der Transplantation des Haarbodens allein bleibenden Erfolg erhalten.

Bei partieller Trichiasis ist dieses Verfahren oft jedem anderen vorzuziehen. Hier sowohl als nach totaler Transplantation ist nach einigen Wochen oder Monaten nichts von dem früheren Leiden, nichts von einer Operation zu sehen; die mit den Muskelfasern parallel streichende Hautnarbe ist nur für den Sachverständigen sichtbar; der Hautdefect fällt nicht auf, da man nie genöthigt ist, mehr als 10 Mm. breit auszuschneiden. Ich habe solche Operirte nach 8 und mehr Jahren noch geheilt gesehen; Rückfälle waren relativ sehr selten, entweder wegen ungenauer Operation oder weil die Operation zu einer Zeit vorgenommen werden musste, wo noch starke Infiltration (der Bindehaut, des Tarsus) statt fand und nachträglich noch starke Schrumpfung der infiltrirten Gewebe eintrat.

Avicenna (nach Himly) erwähnt eines für partielle Trichiasis geeigneten Verfahrens, welches man Illaqueatio nannte. Ein doppeltes Weiberhaar wurde mit einer Nadel durch den Lidrand geführt, so dass es die in die Schlinge eingelegte Wimper mit durch die Cutis nach aussen führte. In neuester Zeit hat Snellen ein ähnliches Verfahren geübt.[1]) Nach Anagnostakis[2]) findet man die Transplantation des Cilienbodens schon von Aetius und Paul v. Aegina beschrieben. Paul v. Aegina unterschied 3 Momente: 1. die Trennung des Lidrandes in zwei Blätter, deren vorderes die Cilien und deren Wurzeln enthalten sollte, 2. die Ausschneidung eines myrtenblattförmigen Hautlappens und 3. die Vereinigung der Hautwunde durch die Knopfnaht. Dass dieses Verfahren gänzlich in Vergessenheit gerathen war, ist hinreichend bekannt; zu meinem Verfahren gab das von Jäsche angegebene die Veranlassung.

In Fällen, wo die Infiltration der Bindehaut und des Tarsus im Verein mit leichter Abwärtsrichtung der Wimpern des obern Lides (beginnender muldenförmiger Verkrümmung des Tarsus) andeuten, dass es zur Trichiasis, resp. zu Entropium kommen werde, operire man bei Zeiten; doch ist es gerathen, eine Zeit lang Touchiren der Bindehaut mit *Cuprum sulf. (Arg. nitr.)* vorauszuschicken, damit nicht das nothwendig eintretende Schrumpfen erst nach der Operation erfolge. Gestattet aber die Einwärtswendung der Wimpern kein Aufschieben der Operation und ist dennoch weitere Schrumpfung zu besorgen, so sei man mit der Breite der Hautpartie sowohl als mit der Länge und Tiefe des Intermarginalschnittes ja nicht zu sparsam.

---

1) Heidelb. Congr. 1871 und Zeh. klin. Mon. 1872. p. 33.
2) Ann. d'ocul. T. LXI. p. 116.

XVIII. Abtragung des Cilienbodens.

(Flarer.)

§ 179. **Vorgang** (am untern Lide, links). Eine entsprechend breite Hornplatte wird tief hinter das untere Lid, doch nicht bis zum Fornix eingeschoben und vom Assistenten vor- und abwärts gedrängt, damit sie die Cutis spanne ohne herauszugleiten. Der Operateur legt den Zeige- und allenfalls auch den Mittelfinger der linken Hand nahe am Lidrande fest an, so dass dieser an der Stelle, wo der intermarginale Schnitt geführt werden soll, eingeklemmt werde. Er operirt am besten von links nach rechts und sticht demnach ein gerades Bistouri oder ein schmales Lanzenmesser nahe am Thränenpuncte vom intermarginalen Saume aus in das Lid, 1,5—2 Mm. tief, hart vor den Mündungen der Meibomschen Drüsen. Durch Fortführen des Schnittes von dem einen Ende des Tarsus bis zum andern wird das Lid auf 1,5—2 Mm. Tiefe in 2 Platten gespalten, der Cilienboden somit vom Tarsus gelöst. Hierauf führt man unter transversaler Anspannung der Haut einen Schnitt durch die Haut bis auf den Knorpel, parallel zum freien Lidrande und etwa 2 Mm. davon entfernt. Den also markirten Streifen trennt man mittelst Pincette und Scheere von einem Winkel zum andern vollends ab. Die auf diese Weise gesetzte Wunde heilt ohne Naht und ohne Verband per primam intentionem.

§ 180. **Andere Methoden.** Das älteste Verfahren, welches darin bestand, dass man den mit einer Klemmzange oder auf einer untergeschobenen Platte fixirten Lidrand in seiner ganzen Dicke und Länge auf 2—3 Mm. Breite abtrug (Bartisch 1583, Heister 1722), steht seit 30 Jahren kaum mehr in Verwendung. Die Cilien und die Function der Meibom'schen Drüsen gehen verloren, die an die Stelle der inneren Kante tretende harte Narbe beleidigt den Bulbus mechanisch, die häufig entstehenden Excoriationen der angrenzenden Cutis erregen Schmerz und Lidkrampf, und die Verkürzung des Lides in verticaler Richtung kann zu Lagophthalmus führen, besonders wenn sowohl am oberen als am untern Lide operirt wurde.

Beer und Fr. Jaeger[1]) schlugen vor, bloss den Haarzwiebelboden sammt der darüber liegenden Cutis abzutragen. Auf einer Hornplatte führte Jaeger einen leicht bogenförmigen Schnitt durch die Cutis bis auf den Tarsus, nächst dem Thränenpuncte im Lidrande beginnend, leicht aufsteigend dann parallel zum Lidrande, endlich gegen den äusseren Winkel bis in den Lidrand hinabsteigend. Der auf diese Weise oben abgegrenzte Streifen wurde im äussern Winkel mit einer Pincette gefasst und mit flachen Messerzügen vom Knorpel abgelöst, so dass der Knorpel unversehrt zurückblieb. Bei grosser Sorgfalt und Geschicklichkeit konnten die Mündungen der Meib. Drüsen geschont und Zackenbildung am freien Lidrand vermieden werden. Die Narbe wird nicht gegen den Bulbus gezogen und die Höhe des Lides erleidet keine Einbusse. Dennoch war die Modification von Flarer in Pavia[2]) gewiss als ein Fortschritt in der Technik zu begrüssen.

Vacca Berlinghieri's Verfahren[3]) hat niemals grossen Anklang gefunden. Entsprechend der Strecke, welche fehlerhaft stehende Wimpern trägt, wird über einer Hornplatte

1) Hosp, Dissert. de trich. distich. et entr. Viennae 1818.
2) Riflexioni sulla trichiasi etc. Milano 1828.
3) Nuovo meth. di curare la trich. Pisa 1825.

ein horizontaler Schnitt durch die Cutis und den Muskel geführt, etwa 1 Mm. von der vordern Lidkante entfernt. Von den Endpuncten dieses Schnittes wird je ein verticaler Schnitt (gegen den Orbitalrand hin) durch die Cutis und den Muskel geführt, 3—4 Mm. lang. Cutis und Muskel, auf diese Weise umschrieben, werden jetzt lospräparirt und gegen den Orbitalrand zurückgeschlagen. Nach Stillung der Blutung werden die blossgelegten Haarbälge nach einander aufgesucht, gefasst und exstirpirt. Hierauf wird der Lappen reponirt und die Wunde mit englischem Pflaster geschlossen. Die der Bälge beraubten Cilien fallen nachher aus.

§ 181. **Verwendung.** Die Abtragung des Cilienbodens hat die gleichen Anzeigen wie die Transplantation. Sie lässt sich jedoch für gewöhnlich nur an dem untern Lide rechtfertigen, wenigstens in Fällen, wo die Transplantation mit Rücksicht auf die Entstellung des Kranken zu umständlich erscheint. In Fällen partieller Trichiasis als Folge von Narben am Lidrande kann allerdings die Abtragung das relativ beste Mittel sein, dem Kranken bleibende Abhilfe zu verschaffen. Wo bereits Uebergang in Entropium statt findet, ist die Abtragung eines breiteren Hautstreifens räthlich; auch das Mitfortnehmen der darunter liegenden Muskelfasern wird eher nützen als schaden.

Bei partieller Trichiasis sind alle Methoden verwerflich, welche im Stande sind, bei der nachfolgenden Narbenbildung die benachbarten Haarzwiebeln durch Zerrung in eine schiefe Richtung zu bringen. Auch die partielle Abtragung schliesst diese Gefahr nicht ganz aus; am stärksten ist dieselbe jedoch beim Brennen oder Aetzen (ältere Methode). Anagnostakis[1]) führt nach partieller Abtragung 7—8 Mm. oberhalb (am obern Lidrand) parallel zur Lidrandwunde einen dieser an Länge gleichen Hautschnitt, und von dessen Enden je einen verticalen Schnitt abwärts, doch nicht bis zur Lidrandwunde, excidirt dann oben ein länglich viereckiges Stück Haut und zieht durch Vereinigung dieser Wunde die Haut zwischen den verticalen Schnitten aufwärts. Hierdurch sollen die benachbarten Cilien gegen Abwärtswendung gesichert werden. Ob durch die verticalen Schnitte keine Entstellung gesetzt werde, steht dahin.

XIX. Verkürzung der Lidhaut.

(Ausschneiden und Fixiren von Hautfalten.)

§ 182. **Methoden.** Die Verkürzung der Lidhaut ist entweder in verticaler oder in horizontaler Richtung angestrebt worden, theils mit Klebmitteln (Pflastern, Collodium) theils durch operative Eingriffe sehr mannichfaltiger Art.

Die Zerstörung eines transversalen Hautstreifens mittelst des Glüheisens (Celsus, Abulkasem), mittelst Einklemmung bis zum brandigen Absterben (Dioscorides, Bartisch) und mittelst Aetzmittel (Abulkasem, Callisen 1788, Helling 1815, Quadri 1819 und Jüngken 1836) ist mit Recht aufgegeben worden.

Das Ausschneiden eines elliptischen Hautstückes mit horizontaler Längsachse, als selbständige Methode uralt, das Ausschneiden einer (zweier) verticalen

1) Ann. d'ocul. 1857. T. XXXVIII. 5.

Spannung über der Augenlidbinde und hiermit den Druck nach hinten hinreichend zu steigern; besser ist deshalb nach CARRON DU VILLARDS, an 2 Stellen solche Excisionen zu machen. Zwei Wunden, von je 1 Cm. Höhe und 2—3 Mm. Breite geben in transversaler Richtung nahe unter dem convexen Tarsusrande einen Substanzverlust von 4—6 Mm. Breite, was als ausreichend bezeichnet werden kann. Man kann die Excision der zweiten Falte auch einige Tage später nachfolgen lassen. Doch streichen die Narben quer zu den Muskelfasern.

v. GRÄFE[1]) macht 3 Mm. unter der vordern Lidkante und parallel damit einen Hautschnitt, fast so lang als der Tarsus. Von den Enden des mittleren Drittels dieses Schnittes führt er zwei gegen den Orbitalrand convergirende Schnitte, und trägt das so umschriebene dreieckige Hautstück ab. In manchen Fällen gab er dem zu excidirenden Stücke nicht die Gestalt eines V, sondern eines unten spitz auslaufenden Hufeisens (Bügel- oder Plätteisens). Zu beiden Seiten dieser Lücke wird nun die Haut flach unterminirt, um die Haut in verticaler Richtung durch 2—3 Nähte zu vereinigen. Diese Naht steht somit senkrecht unter der Mitte des horizontalen Hautschnittes, welcher nicht vereinigt zu werden braucht. Der parallel zum Lidrande geführte flache Bogenschnitt ist circa 3 Cm. lang; die Länge der Basis des excidirten Stückes, circa 1 Cm., richtet sich nach dem Grade der Spannung in transversaler Richtung, welche man anstrebt.

Alle Narben, welche nicht in der Richtung der Muskelfasern streichen, sind möglichst zu meiden; sie bringen immer mehr weniger Entstellung, und diese kann sehr störend ausfallen, wenn die Hautwunde nicht ohne Eiterung heilt.

BUSCH[2]) spaltete bei *Entrop. palp. inf.* erst die äussere Commissur 4''' weit, führte von den Endpuncten des unteren Wundrandes zwei Schnitte als Schenkel eines gleichschenklichen Dreiecks abwärts, entfernte das so umschriebene Hautstück und vereinigte die absteigenden Wundränder durch einige Knopfnähte, wodurch die transversale Spannung unterhalb des Tarsus erhöht wurde.

DIEFFENBACH[3]) verwendete die Ausschneidung eines dreieckigen Hautstückes am äussern Winkel zur Beseitigung von Ektropium, wenn dasselbe nicht durch tiefgreifende Hautnarben bedingt war. Wurde der Rand des umstülpten Lides, z. B. des untern um 6 oder 8 Mm. zu lang befunden. so führte er von der äussern Commissur aus horizontal einen 6—8 Mm. langen Schnitt durch die Haut, und dann von den Endpuncten dieses Schnittes zwei (bei *Ektr. palp. infer.* nach unten) convergirende Hautschnitte. Dieses gleichschenklige Dreieck wurde excidirt. Hierauf wurde gleichfalls auf 6—8 Mm. Länge, von der Commissur an gerechnet, der Lidrand (des unteren Lides) so tief, als der Cilienboden reicht, abgetragen. Nun wurden die Schenkel des Dreieckes durch die umschlungene Naht vereinigt, mithin das ektropionirte Lid in der Richtung nach aussen gezogen und dadurch der Lidrand in die normale Lage gebracht. Durch Anheftung der wundgemachten Partie des Lidrandes an die obere Wundlefze der Basis des Dreieckes wurde der Hebung und

---

1) A. f. O. X. b. 223.
2) A. f. O. IV. b. 107.
3) ZEIS, Handb. der plast. Chir. 1838.

Streckung des Lides noch mehr Halt verschafft und das Ektropium mithin bleibend behoben.

§ 186. **Mittelst Ligatur** kann die **Verkürzung der Lidhaut** sowohl in vertikaler als in transversaler Richtung (unten zwischen Lid- und Orbitalrand) eingeleitet werden, indem man unter derselben zwei Stellen einander nähert und dieselben durch Entzündung in bleibende Verbindung zu bringen sucht. WARDROP (nach HIMLY I. 128) scheint zuerst von dieser Idee ausgegangen zu sein, indem er einen Faden etwa 2 Cm. weit unter der Lidhaut einzog und auf der umschlungenen Falte knüpfte.

Ungleich mehr Verbreitung hat das Gaillard'sche Verfahren[1]) erhalten, namentlich durch RAU in Bern. GAILLARD »sticht[2]) in der Nähe des innern Augenwinkels eine mit einem gewichsten Faden versehene Nadel in den *M. orbicularis* ein und 2 Cm. tiefer wieder heraus, schliesst dann die Ligatur, wodurch der Ein- und Ausstichspunct genähert und der Lidrand etwas nach auswärts gezogen wird. Ein anderer Faden wird ebenso am äusseren Winkel angelegt. Die Ligaturen schneiden ein, comprimiren das Muskelgewebe und unter der Narbe bildet sich ein Band, welches das Lid in der erwähnten Stellung erhält.« RAU fügte noch eine Ligatur in der Mitte dazu. Zu starker Anschwellung beugt man am sichersten durch kalte Umschläge vor. Ich[3]) habe das Gaillard'sche Verfahren, etwas modificirt, anfänglich nur zu verticaler, später auch zu transversaler Verkürzung am untern Lide verwendet.

Durch zwei Puncte mit Tinte etwa 3—4 Mm. unter dem Lidrande theilt man die Länge des Lides in drei Theile; diese Puncte sind also circa 1 Cm. von einander entfernt. Dann fasst man die Lidhaut in der Mitte zu einer mehr weniger grossen horizontalen Hautfalte mit Daumen und Zeigefinger und führt einen etwas stärkeren Faden mittelst einer mässig krummen Nadel von unten nach oben durch die Basis der Falte, so dass man in dem innern der markirten Puncte aussticht. Nach hinlänglicher Einziehung des Fadens wird die Nadel gewendet und daneben (circa 2 Mm.) in der Richtung nach unten durchgeführt, so dass die Spitze 3—4 Mm. neben dem (ersten) Einstichspuncte zum Vorschein kommt. Ganz in derselben Weise wird in der Gegend der 2. Marke vorgegangen. Nun werden die zu einander gehörenden Fäden über einer kleinen Walze von Charpie fest zusammengeschnürt und geknüpft. Würde man die Fäden bloss über der Haut knüpfen, so könnte man sie dann wegen der Anschwellung der Haut nicht durchschneiden. Nach 36—48 Stunden werden die Fäden über der Walze zerschnitten und ausgezogen. Die Stichpuncte von oben sind denen von unten genähert, die Haut bildet einen horizontalen wulstigen Vorsprung, welcher sich im Verlaufe einiger Tage abflacht. Nach einigen Wochen ist nichts von der Operation, in der Regel auch nichts vom Entropium zu sehen.

§ 187. **Verwendung.** Dieses Verfahren eignet sich gleich der Ausschneidung einer horizontalen Hautfalte vorzugsweise für jenes Entropium des unteren

---

1) Bulletin de la soc. méd. de Poitiers 1844.
2) RAU, A. f. O. I. b. 176.
3) Krankh. III. 368.

Lides, welches Einige (MAKENZIE) als acutes, Andere — minder richtig — als spastisches bezeichnen. Es ist wahr, häufiges Blinzeln oder Zukneipen wegen eines entzündlichen Zustandes z. B. Hornhautgeschwür, trägt dazu bei, aber die spastische Contraction ist gewiss nicht die einzige Ursache, denn monatelang bestehender Blepharospasmus führt wenigstens bei Kindern nicht zu Entropium. Das Zurückgesunkensein des Bulbus wegen Abnahme des Orbitalfettes scheint vorzugsweise die Disposition dazu abzugeben. Dass dabei die Lidhaut erschlafft erscheint, ist klar; aber deshalb kann man Erschlaffung der Haut ebensowenig für die Ursache des Entropium ansehen, als spastische Contraction des *M. Horneri*.

Abgesehen von dem Entropium als Folge von Schrumpfung der Bindehaut und des Tarsus, welche Einige als chronisches bezeichnen, und bei welchem der bleibende Nutzen der in § 182—186 angeführten operativen Eingriffe mindestens sehr zweifelhaft ist, soll man auch bei dem sogenannten acuten Entropium selbst nach längerem Bestande nur dann operativ einschreiten, wenn man auf unblutigem Wege gar nicht oder doch nicht so bald als nöthig ist, zum Ziele zu gelangen Aussicht hat. In vielen Fällen kann man eine transversale Hautfalte mittelst Collodium fixiren (BOWMAN), um den Lidrand vom Bulbus abzuziehen. In anderen lässt sich diess durch Klebepflaster erreichen. (Ich kannte einen Schauspieler, der sich durch viele Jahre mit Goldschlägerhäutchen behalf.) Entsteht ein solches Entrop. nach einer Operation am Bulbus, bei einer eitrigen Hornhautentzündung u. dgl., so kann man auf eine mit Collodium bestrichene Stelle Cutis unterhalb des Thränenpunctes das eine Ende eines 3 Cm. langen, 6—8 Mm. breiten Leinwandstreifens ankleben, dann eine Hautpartie unter dem äussern Winkel jener Stelle mit den Fingern nähern, mit Collodium bestreichen und darauf das andere Ende des Streifens befestigen. Der hierdurch gespannte Streifen drückt dann die Cutis unterhalb des Tarsus rückwärts. Einfacher, doch nicht so sicher ist das Auflegen eines etwa federkieldicken Cylinders von Charpie auf die Cutis zwischen Tarsus und Orbitalrand, und darüber dann das Anlegen des gewöhnlichen Druckverbandes (PIRINGER).

ED. MAYER[1]) empfiehlt als transitorisches Aushilfsmittel in solchen Fällen statt der Anlegung der *Serres fines*, welche oft nicht vertragen werden, ein von v. GRÄFE beim Heidelb. Congresse 1868 angegebenes Verfahren. Man fasst eine kleine Hautfalte nächst dem Lidrande, um einen Seidenfaden durchzuführen, knüpft diesen, und schneidet den einen Theil kurz ab. Ebenso verfährt man mit einer kleinen Hautfalte in der Gegend des Orbitalrandes darunter. Diese beiden Hautfältchen werden nun einander dadurch genähert, dass man die nicht abgeschnittenen Theile beider Fäden zusammen knüpft. Auf diese Weise wird der Lidrand gegen den Orbitalrand hin, also vom Bulbus abgezogen erhalten. Man kann diese Fäden, wodurch die Hautfalten einander genähert werden, auch auf einer untergelegten kleinen Charpiewalze zusammen knüpfen. (Ich habe dieses Verfahren, welches sicherer wirkt und doch kaum lästiger ist, als die Application von Klebemitteln, wiederholt mit bestem Erfolge angewendet.)

1) Traité des oper. Paris 1871. p. 221.

XX. Streckung des verkrümmten Tarsus

(durch Incision, Excision).

§ 188. Die betreffenden Operationen sind gegen Einwärtswendung des Lidrandes als Folge muldenförmiger Einrollung des Tarsus sowohl am oberen als am unteren Lide vorgeschlagen und geübt worden.

1. Die Crampton'sche Methode (1806), verbessert von Adams (1812), Guthrie (1823) und Makenzie [1]) wird ungefähr in folgender Weise ausgeführt (am obern Lide). Mit einer geraden Scheere oder auf einer Hornplatte mit einem Scalpell wird das Lid 2—3 Mm. auswärts vom Thränenpuncte und dann eben so weit vor der äussern Commissur in seiner ganzen Dicke 6—8 Mm. hoch (vom Lidrande an) durchschnitten. Hierauf wird das Lid umstülpt und mit dem Messer von der Conjunctiva aus tief (bis durch den Tarsus) eingeschnitten, parallel zum Lidrande, 2—3 Mm. von diesem entfernt. Die auf diese Weise mobil gemachte mittlere Partie wird nun dadurch auswärts gedrängt, dass man in der Gegend des obern Tarsalrandes eine transversale, 8—10 Mm. breite Hautfalte excidirt und 3—4 Hefte anlegt.

Diese Methode wirkt zunächst dadurch, dass der *M. orbicularis* (Albini et Horneri) an 2 Stellen durchschnitten wird, dann aber auch dadurch, dass das auswärts gekrämpte Mittelstück mit den beiden Endstücken nicht in gleicher Flucht verwächst. Die verticalen Schnittflächen vereinigen sich nur oben mit einander; unten (am Lidrande) bleiben sie gegen einander verschoben, so dass hier das Mittelstück vor den Endstücken etwas vorspringt. Aber eben dadurch wird der Operirte entstellt, abgesehen davon, dass Fälle vorkommen, wo die Wimpern der Seitenstücke, welche gleichsam als Stützpfeiler für das Mittelstück nicht zu schmal gemacht werden dürfen, einwärts gerichtet sind. Ich habe 3 auf diese Weise Operirte gesehen, bin aber gleich durch den ersten von der Vornahme dieser Methode abgeschreckt worden.

2. Die Streatfeild'sche Methode, modificirt von Soellberg-Wells und ähnlich der von Snellen, besteht im Wesentlichen darin, dass man aus dem muldenförmig verkrümmten, also nach vorn mehr weniger convex gewordenen Tarsus (des obern Lides) einen prismatischen Streifen, etwa 2 Mm. oberhalb des Lidrandes und zu demselben parallel ausschneidet. Indem die gegen 2 Mm. breite Basis dieses mehr weniger langen (1—2 Cm.) Streifens vorn in das Perichondrium, die scharfe Kante dagegen in die *Conj. palpebr.* fällt, ohne dass jedoch die Einschneidung der letzteren gerade beabsichtigt wird, und indem sodann die Seitenflächen mit einander in Berührung gebracht werden, durch Suturen an der Vorderfläche, wird der Knorpel von oben nach unten gerade gestreckt. Was nachher mit der Function der Meibom'schen Drüsen geschieht, darüber liegt keine Angabe vor.

Streatfeild [2]) fixirt das Lid mit der Desmarres'schen Lidpincette (T. II. F. 17), die Platte hinter, den Ring vor dem Lide, und durchschneidet die Haut in der gewünschten Länge parallel zum Lidrande, 2 Mm. oberhalb desselben, wodurch die Wurzeln der Cilien blossgelegt, aber nicht durchschnitten werden. Die Wunde wird etwas gespreitzt

---

1) Traité prat. des mal. etc. par Warlomont et Testelin. 1856. I. 345.
2) Ophth. Hosp. Rep. 1858. p. 121.

und nun die Excision eines vorn 2 Mm. breiten Streifens aus dem Knorpel durch 2 Längsschnitte, der obere etwas geschweift, so dass beide an dem innern und äussern Ende einander treffen, mit schräg aufgesetztem Messer derart ausgeführt, dass man den nur hinten an der Bindehaut haftenden Streifen leicht mittelst Pincette und Scheere vollends auslösen kann.

Soellberg-Wells[1]) spaltet erst den Lidrand in eine vordere und hintere Platte und excidirt eine Hautfalte wie Arlt behufs der Transplantation des Cilienbodens; dann macht er einen Längsschnitt durch die Fasern des *M. orbicularis*, um den Tarsus blosszulegen, und führt 2 gegen einander geneigte Schnitte durch diesen bis gegen die Bindehaut, an der sie sich begegnen. Der so gebildete keilförmige Streifen wird dann mit dem Skalpell excidirt. Dann werden die Wundränder der Haut durch Hefte, welche Fasern des *M. orbic.* mitfassen, doch nicht durch den Knorpel gehen, vereinigt.

Snellen[2]) übt bei Entropium mit Verdickung und Verkrümmung des Tarsus seit mehr als 10 Jahren und unabhängig von Streafeild mit vollkommen befriedigendem Erfolge nachstehendes Verfahren. Er fixirt nach Anästhesirung des Kranken zunächst das zu operirende Lid mit seinem Blepharostaten (T. II. F. 16) und schützt sich dadurch gegen Störung durch Blutung. Parallel zum Lidrande und 3 Mm. oberhalb desselben wird die Cutis in der ganzen Länge des Lides eingeschnitten und dann die Haut etwas nach unten zurück präparirt und aus dem nun blossgelegten Muskel ein etwa 2 Mm. breiter Streifen excidirt. Dann wird der obere Haut- und Muskelrand etwas hinaufgeschoben und aus der nun blossgelegten Partie des verdickten Tarsus ein keilförmiger Streifen ausgeschnitten, dessen Breite nach dem Effecte, den man zu erreichen beabsichtigt, wechseln muss. Das Ausschneiden geschieht mit einem scharfen, schief auf die Ebene des Tarsus aufgesetzten Beer'schen Staarmesser, mit dem man kleine Züge vor- und rückwärts macht. (Die Meibom'schen Drüsen reichen, wie sich Snellen durch die mikroscopische Untersuchung überzeugt hat, in solchen verbildeten Knorpeln höchstens mit ihren oberen Enden in den auszuschneidenden Keil und werden keinesfalls durch den Schnitt in ihrer Continuität unterbrochen.) Hierauf wird die Haut recht stark zurückgeschoben und nun zur Vereinigung der Knorpelwunde mittelst Suturen geschritten. In der Mitte und nahe am äussern und am innern Wundwinkel werden drei mit je 2 sehr scharfen und feinen gekrümmten Nadeln versehene Drähte in der Weise durch den oberen Theil des Tarsus nahe an dessen oberen Rande gestochen, dass sie an diesem mit der Schlinge befestigt bleiben. Die zwei Enden jedes Drahtes werden nun (3—4 Mm. von einander entfernt) von der Wundfläche aus unter der an den Cilienrand grenzenden Hautpartie durch- und unmittelbar über der Austrittslinie der Wimpern ausgestochen, fest angezogen und zusammengeschnürt. Um dem Durchschneiden der Haut vorzubeugen, wird vor der Zusammenschnürung jedes Drahtende mit einer Glaskoralle versehen. Die Vereinigung der Hautwunde durch Drähte ist überflüssig. Nach 48 Stunden werden die Drähte weggenommen, die Hautwunde ist geheilt und das Entropium gehoben. Statt der Drähte kann man Seidenfäden nehmen, deren Enden man nach dem Knüpfen gegen die Stirn führt und dort befestigt. Wenn zugleich Blepharophimosis besteht, kann die Operation mit der Kanthoplastik combinirt werden. Durch Zusammenschnürung der Drähte, die vermittelst einer Schlinge im oberen unnachgiebigen Theile des Tarsus haften, erleidet der mittlere Theil desselben eine durch den keilförmigen Defect ermöglichte Umbiegung nach aussen, durch welche die pathologische Verkrümmung des Tarsus nach innen gehoben wird und die Cilien zu ihrer normalen Stellung zurückgeführt werden.« Eine ausführliche, mit einer (nicht ganz richtigen) Zeichnung versehene Schilderung der Methode von Snellen hat Wecker's Assistent

1) Treatise on the diseases of the eye. London 1869.
2) Gunning, Klin. Mon. 1872. p. 34.

D. MARTIN[1]) gegeben. Nachgelesen zu werden verdient: GUTTELING's Dissertation »De Behandeling van de binnenwaartskeering der oogleden« Utrecht 1860, wo SNELLEN's Verfahren zuerst beschrieben wurde.

Das unlängst publicirte Verfahren gegen Entropium und Distichiasis von R. BERLIN[2]) erregt wenig Vertrauen. Nach Anlegung der Desm. Lidpincette »wird das obere Lid 3—5 Mm. vom Lidrande entfernt und zu diesem parallel in seiner ganzen Länge von der Cutis bis in die Conj. durchschnitten. Darauf wird der obere oder der untere Wundrand des Tarsus, je nach dem Sitze der Knorpelkrümmung, mit einer Hakenpincette gefasst, die Haut und die Musculatur zurückgeschlagen und dann ein 2—3 Mm. breites Stück des Knorpels sammt der Schleimhaut von einem Wundwinkel gegen den andern abgetragen.« »Bei partieller Distichiasis soll die Länge des Schnittes so eingerichtet werden, dass derselbe nach beiden Seiten das Bereich der abnorm gestellten Cilien ein wenig überragt. Nähte werden nicht angewendet.« Wenn dieses Verfahren nicht zu Verkürzung der Lider, mithin zu Lagophthalmus führt, noch die Beölung des Lidrandes zu sehr stört, indem es die Meib. Drüsen grösstentheils vernichtet, besitzt es jedenfalls in seiner Einfachheit einen Vorzug.

Noch einfacher ist das Verfahren von BUROW sen.[3]) Der muldenförmige eingerollte Tarsus soll nach seiner ganzen Länge 2—3 Mm. weit hinter der innern Lidkante und parallel dazu ganz durchschnitten und sodann eine Hautfalte ausgeschnitten werden. Somit wären die seitlichen verticalen Schnitte der ältern englischen Methode überflüssig. Es ist dies wohl nichts anderes als die Ammon'sche *Tarsotomia longitudinalis*[4]), die in § 177 erwähnt wurde.

XXI. Rückstülpung (Reposition) der Lider.

§ 189. Da man den Ausdruck Ektropium für sehr verschiedene Zustände des einen und des andern Lides gebraucht, sobald nur die *Conj. palpebr.* ganz oder theilweise zu Tage liegt, so müssen auch die Heil- und Operationsverfahren dagegen sehr verschieden sein. Drei Momente jedoch müssen bei jedem Ektropium, es mag durch diese oder jene Ursache bedingt sein, wohl im Auge behalten werden: die Wucherung der Bindehaut, welche nicht zurückgehen kann, so lange diese dem Contacte der Luft ausgesetzt bleibt, die Verlängerung des Lides längs des freien Randes und die Action des *M. Albini* et *Horneri*, welche im Momente des Lidschlages dem Lidschlusse entgegen wirkt und die *Conj. palp.* noch mehr hervordrängt.

Sehen wir ab von der Umstülpung durch Geschwülste in der Orbita oder durch Vergrösserung des Bulbus, welche anderweitige Verfahren erheischen, so sind es zunächst ausgebreitete und mehr weniger tief in die Lidbinde eingreifende Substanzverluste der Lidhaut und sodann die Bindehautblenorrhoe (seltener die acute und die chronische, als die subacute, be-

---

1) Ann. d'oc. LXIX. p. 108 und Revelé statistique der Wecker'schen Klinik.
2) A. f. O. XVIII. b. 91.
3) Berliner klin. Wochenschr. 1873. Nr. 24.
4) Dessen Zeitschr. III. B. 1833. p. 247.

sonders bei Kindern zwischen 2 und 6 Jahren), welche Ektropium und zwar am obern nicht minder wie am untern Lide veranlassen.

Befindet sich die Tarsalportion des *M. orbicularis* wegen der tiefgreifenden Entzündung der Bindehaut in paretischem Zustande und ist das Lid durch die Volumenzunahme der Bindehaut mehr weniger vom Bulbus abgedrängt und ausgedehnt, dann genügt bald ein leichtes Abziehen der Cutis mit den Fingern, bald eine stärkere Contraction der Lidband- und der Orbitalportion des *M. orbicularis* (beim Weinen, bei Photophobie) zur Umstülpung eines oder beider Lider. Man nennt diese Art Ektropium gewöhnlich *E. luxurians* oder *sarkomatosum;* im Gegensatze dazu wäre für das durch Hautverlust bedingte vielleicht die Bezeichnung als Narbenektropium nicht unpassend.

Gleichfalls zu Ektropium führt die Zerstörung einer der Lidcommissuren und die verticale Trennung eines Lides (*Coloboma palpebrae*). Die Tarsoraphie und die Hasenschartenoperation, dem Lide angepasst, sind die Mittel, welche hier, wenn überhaupt, noch Abhilfe schaffen können.

An dem untern Lide allein kann Ektr. noch auf andere Weise herbeigeführt werden.

Bei älteren Leuten (selten in mittleren Jahren) mit flachliegenden, wenn auch nicht gerade glotzenden Augen und mit weiter Lidspalte sehen wir unter längerem Bestande schleimiger Bindehautsecretion sich ein *Ektropium palp. inf.* vom innern Winkel aus dadurch entwickeln, dass die Cutis, längs den Cilien mit Krusten bedeckt, etwas schrumpft und zunächst den intermarginalen Saum, dann auch den Tarsaltheil der Bindehaut auswärts zieht, umkrämpt. Bei dem geringen Widerstande, welchen unter solchen Verhältnissen der unter der excoriirten oder mit Krusten bedeckten Haut streichende Theil der Muskelfasern zu leisten vermag, während die Lidbandportion durch den Reiz fortwährend zu energischen Contractionen angeregt wird, kann es dann wohl leicht zur Umklappung des ganzen Lides kommen.

Hierher gehört zunächst das sogenannte *Ektr. senile* und das von mehr weniger vollständiger Lähmung des Horner'schen Muskels oder des ganzen *M. orbicularis* abhängigen *Ektr. paralyticum.*

Auf das *Ektr. palp. infer. ex blepharadenitide* hat v. Gräfe[1]) aufmerksam gemacht und ein besonderes Verfahren dagegen angegeben. Durch zahlreiche Abscesschen an der Basis der Wimpern wird nicht nur der Cilienboden zerstört, sondern auch die Cutis darüber so verkürzt, dass erst der intermarginale Saum und hiermit auch der Thränenpunct, den man mitunter kaum sieht oder gar nicht mehr offen findet, weiterhin auch die innere abgerundete Kante und selbst ein Saum der Tarsalbindehaut auswärts gewendet wird. An dem obern Lide kommt es kaum je weiter, als zur Umkrämpung des intermarginalen Saumes; der Tarsus leistet mehr Widerstand (§ 192).

§ 190. **Methoden.** 1. Bei Narbenektropium genügt es bisweilen,

a) wenn die Hautnarbe klein, aber durch subcutane Ausläufer gegen den Orbitalrand gezogen ist, dieselbe mit 2 bogenförmigen Schnitten[2] oder in Form eines Dreieckes (Dieffenbach, A. v. Gräfe) zu excidiren und von

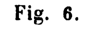
1) A. f. O. X. b. 228.
2) Ammon 1830 Zeitschr. f. Aug. I.

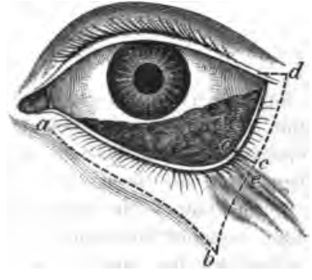
da aus die subcutanen Narbenstränge zu durchschneiden, bis das Lid gehörig reponirt und ohne Spannung in der richtigen Lage erhalten werden kann (vergl. § 195 und 196).

b) Mehr eingreifend und rücksichtlich der Heilung per primam intent. minder sicher ist das Fr. Jäger'sche Verfahren, welches Dreyer 1831 in seiner Dissertation beschrieben und abgebildet hat. Es besteht in der Lösung der Haut vom Knochen mit Unterminirung im weiteren Umfange und in der transversalen Verkürzung des Lides durch Ausschneidung eines viereckigen Stückes (aus der ganzen Dicke des Lides).

Es sei links das obere Lid aus- und aufwärts gezogen durch eine Narbe nach Caries oberhalb der Thränendrüse. Mit einem convexen Skalpell wird ein Schnitt, parallel zum Lidrande und 5—7 Mm. davon entfernt, von der Cutis aus durch das Lid bis durch die Bindehaut (auf einer Hornplatte) geführt. Von der dem Orbitalrande zugewendeten Wundlefze aus dringt man nun mit dem Messer unter die am Knochen fixirte Haut und löst die Adhäsionen, wo und so weit solche bestehen, bis die Haut nachgiebig erscheint. Dann excidirt man aus der Brücke zwischen der natürlichen und der (durch den ersten Schnitt entstandenen) künstlichen Lidspalte ein Stück, so lang, als die Differenz gegen die Länge des andern Lides beträgt. Wird nun die innere Portion dieser Brücke mit der äussern durch die umschlungene Naht vereinigt, so ist dann die (jetzt wieder geschlossene) Brücke quer über den Bulbus gespannt, die Bindehaut rückwärts gewendet, der Lidrand in die normale Lage gebracht. Durch Vereinigung der horizontalen Wunde mittelst 4—5 Knopfnähten wird schliesslich die nachgiebig gemachte Haut vom Orbitalrande her gegen die Brücke gezogen. Sollte die Ablösung der Haut vom Knochen nicht möglich sein, so müsste man die Narbe mit zwei Bogenschnitten umgrenzen und exidiren. Die dadurch gesetzte Wunde würde über dem Orbitalrande beginnen, unten nöthigenfalls in den horizontalen Schnitt einmünden, und nach Unterminirung der Haut, weit nach beiden Seiten hin, sich mittelst der Knopfnaht vereinigen lassen. Sichel[1]) zieht das Jäger'sche Verfahren, falls es sich anwenden lässt, der Dieffenbach'schen Transplantation § 196 vor.

c) In Fällen von Ektropium des oberen oder des unteren Lides in Folge von Caries am Orbitalrande, welche bekanntlich am häufigsten in der Gegend vorkommt, wo der obere oder der untere Orbitalrand in den äussern umbiegt, erscheint die Bindehaut meistens in Form eines Dreieckes blossgelegt, wie aus der beistehenden Figur zu ersehen ist. In solchen Fällen habe ich seit 1858 folgendes Verfahren (bisher 4 mal) mit gutem Erfolge geübt. Wenn die Narbe in der Gegend von *e* sitzt, führe ich zunächst die Schnitte *ab* und *bc* durch die Cutis und den Muskel so, dass bei *b* ein spitzer, höchstens ein rechter Winkel entsteht. Dann trage ich den Lidrand sammt Cilienboden von *c* bis *d* ab, 2—3 Mm. breit. Der kurze Schnitt *co* geht senkrecht durch den Tarsus, gerade zwischen den Cilien durch. Dann unterminire ich die Cutis in der Gegend der Narbe und löse nun das Dreieck von *b* aus so weit von der *Fascia tarso-orbitalis* ab, bis


Fig. 6.



1) Iconographie ophth. und Ann. d'ocul. XXXIX. 54.

gegen den Orbitalrand des Tarsus, dass ich das Lid bequem reponiren kann. Manchmal muss die *Fascia tarso-orb.* eingeschnitten werden. Nach der Reposition liegt die 2 — 3 Mm. lange Hautwunde *co* an der bei *d* und somit der Lappen *abco* mit der Seite *bc* an der Hautwunde *cd*. Das nun blossliegende Dreieck *abc* kann nach Anheftung der transplantirten Partie vom Winkel *b* aus durch Knopfnähte oder durch die umschlungene Naht noch erheblich verkleinert werden. Vom Winkel *a* aus legen sich die Wundränder von selbst auf mehrere Millimeter weit an einander. Da *ac* nur einige Millimeter kürzer ist, als die Verbindungslinie zwischen *a* und *d*, so entsteht keine der schnellen Vereinigung entgegenwirkende Spannung. Wollte man mit diesem Verfahren zugleich die Tarsoraphie nach v. Gräfe verbinden, so brauchte man nur von *d* aus das obere, und von *c* aus (nach Abstutzung der Ecke bei *o*) das untere Lid längs des intermarginalen Saumes einige Millimeter lang anzufrischen, um beide Lider daselbst an einander zu heften. [1])

Für solche und ähnliche Fälle, hat Richet[2]) ein sehr einladendes Verfahren angegeben. Es sei das untere Lid in Folge von Caries des Wangenbeines nach unten aussen gezogen. Die Narbe wird mit 3 bogenförmigen Schnitten umgrenzt. Der erste wird unterhalb der Narbe längs des Orbitalrandes, der zweite oberhalb der Narbe geführt. An die temporalen Enden dieser Schnitte schliesst sich der dritte so an, dass jetzt die Narbe in Form eines Dreiecks umgrenzt und excidirt, und sofort das Lid gut reponirt werden kann.

Fig. 7a.

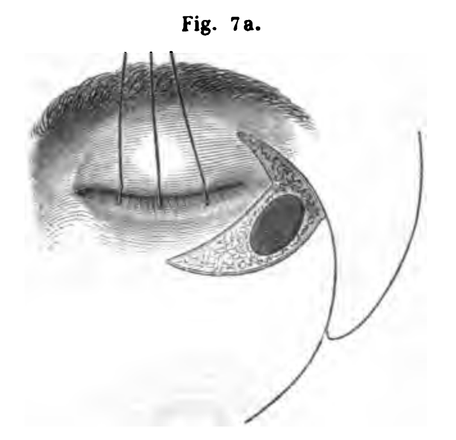
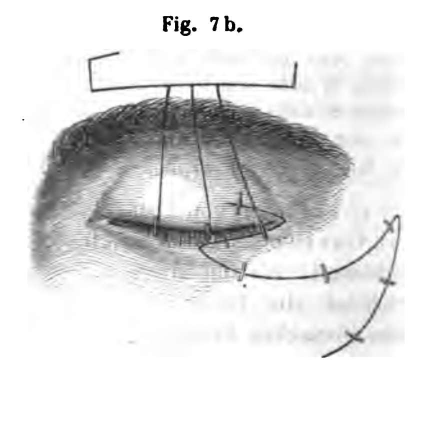


Fig. 7b.



Nach Fixirung des reponirten Lides wird die provisorische Tarsoraphie angelegt, und sodann zur Deckung des Defectes geschritten. Der 3. Schnitt einerseits gegen die Wange, andererseits bis ins Bereich des obern Lides verlängert, bildet jetzt mit dem 1. einen Lappen; von der Grenze zwischen seinem unteren und den oberen 2 Dritteln an wird nun durch einen leicht geschweiften gegen die Schläfe aufsteigenden Schnitt ein Lappen gebildet, welcher bestimmt ist, an die Stelle des Defectes verpflanzt zu werden; durch Hinaufziehung des untern Lappens kann nun auch der an der Schläfe entstandene Defect gedeckt werden.

---

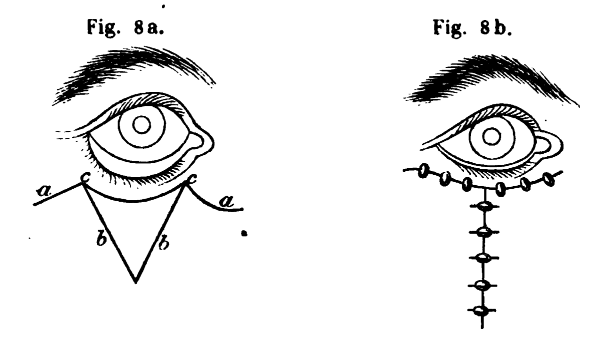
1) Arlt, Wiener medic. Zeitschr. 1858. Nr. 51 und Wiener medic. Wochenschr. 1860. Nr. 27.

2) Ed. Meyer, Traité prat. Paris 1873. p. 668. Fig. 230—232.

d) Die Verschiebung eines Dreieckes gegen die Lidspalte, um den Lidrand in die normale Lage zurückzudrängen, von Vielen irriger Weise (wie WECKER l. c. p. 691 behauptet) SANSON zugeschrieben, wurde von DIEFFENBACH[1]) an dem unteren und von WARTON JONES[2]) an dem oberen Lide vorgenommen. Zwei Schnitte (bei *Ectrop. palp. infer.*) werden von der Gegend der Commissuren abwärts convergirend bis unter den Orbitalrand hinaus durch die Haut geführt. Das so gebildete Dreieck wird durch Unterminirung bis zum Orbitalrande des Tarsus frei beweglich gemacht, der freie Lidrand wird emporgezogen, so dass die Spitze des Hautlappens entsprechend weit (6—10 Mm.) nachfolgt. Die Schenkel des Dreiecks werden nun von unten nach oben vereinigt bis zu der Stelle, wo die Spitze des Hautlappens liegt. Durch Anheftung des Hautlappens an den Seitenrändern des Dreiecks wird die Wunde völlig geschlossen. (Ich habe von diesem Verfahren niemals ein befriedigendes Resultat erhalten.)

e. Ein anderes Verfahren von DIEFFENBACH[3]) besteht in der Excision der Hautnarbe in Form eines gleichschenkligen Dreieckes, dessen Basis zum Lidrande parallel läuft, und in der Hinaufdrängung des Lides durch die Vereinigung der seitwärts unterminirten Lappen nach beistehender aus MAKENZIE (WARLOMONT et TESTELIN 1855) I. 286 entlehnten Zeichnung Fig. 7*a* und *b*.

Fig. 8a. Fig. 8b.



f) Bei Ektropium von umfangreichem und tiefgreifendem Substanzverluste wird meistens eine Blepharoplastik nothwendig.

§ 191. Bei dem sogen. *Ektropium sarkomatosum* reicht fast ohne Ausnahme die Reposition mit dem darauf folgenden Druckverbande allein aus. Der Verband hat die Aufgabe, das umstülpte Lid so an den Bulbus angedrückt zu erhalten, dass die *Conj. palp.* dem Luftzutritte entzogen und der Lidschlag gehemmt werde.

Ich werde den Vorgang beschreiben, wie ich ihn bei Kindern eingehalten habe, wenn beide Lider des einen oder beider Augen zugleich umgestülpt waren. Eine starke Person setzt sich dem Arzte gegenüber und legt das auf ihren Oberschenkeln sitzende Kind so rücklings, dass der Arzt den Kopf desselben zwischen seinen Knien fixiren kann. Ist das

1) SZYMANOWSKY, Handbuch der oper. Chir. Braunschweig 1870. p. 192.
2) Traité prat. des mal. des yeux, trad. par FOUCHER.
3) ZEIS, Handb. der plast. Chir.

eine Auge gesund, so wird dasselbe geschlossen und mittelst mässig starken Druckverbandes geschlossen erhalten. Ist an beiden Augen Ektropium vorhanden, so werden die Lider z. B. des rechten Auges reponirt und vorläufig von einem Assistenten mit den Fingern in der richtigen Lage erhalten. Dies geschieht am sichersten dadurch, dass derselbe den Druck nicht auf den Bulbus, sondern zwischen diesem und der Nase ausübt. Nun geht man zur Reposition an dem zweiten Auge, drückt die Lider erst mit dem Finger, dann aber mittelst Charpieballen im innern Winkel rückwärts, polstert dann die Augennasengrube gleichmässig aus, führt darüber den Monoculus (wie nach der Extraction) und zieht ihn fest an. Erst jetzt geht man zur Anlegung des Verbandes an dem zweiten Auge in derselben Weise, wobei darauf acht zu geben ist, dass nicht beim Wechseln der Finger das Auge vom Patienten geöffnet werde, weil hierbei das Lid des ersten Auges trotz des festen Verbandes sich doch wieder zu umstülpen pflegt. Die Binden werden über der Stirn und am Hinterhaupte, wo sie sich kreuzen, durch einige Hefte zusammengenäht, damit sie sich nicht verschieben können. Den ersten Tag ist in Zwischenräumen von 3—4 Stunden nachzusehen, ob nicht dennoch eine Umstülpung erfolgt sei. Am 2. und 3. Tage genügen grössere Pausen. In 3—4, längstens in 8 Tagen ist das Ektropium bleibend gehoben. Die Bindehaut ist abgeschwollen, ihre Secretion auf ein Geringes reducirt. Die Hornhäute waren in den von mir beobachteten Fällen intact und blieben es auch während der Behandlung. Nur in einem Falle habe ich die stark geschwollene Conjunctiva im Uebergangstheile vor der Reposition reichlich skarificirt, um einen raschen Collapsus zu erhalten. Excisionen, wenn nur schmal, im Uebergangstheile und longitudinal, möchten auch zulässig sein. Touchiren mit Cuprum oder mit Lapis hielt ich für ebensowenig rationell, wie bei *Prolapsus intestini recti*. Zum mindesten hindern sie die Erfüllung der Hauptanzeige: den Contact mit der Luft fortan abzuhalten.[1])

Das Verfahren von ADAMS[2]) mitten aus dem Lide ein Stück auszuschneiden, am Lidrande so breit, als die pathologische Verlängerung des Lides beträgt, und einerseits gegen die Uebergangsfalte andrerseits in der Cutis gegen den Orbitalrand hin spitz auslaufend, dürfte höchstens noch in der von AMMON[3]) modificirten Weise, wo das zu entfernende Stück nächst der äussern Commissur excidirt wird, einige Verwerthung finden, wenigstens wenn es mit der Gräfe'schen Tarsoraphie combinirt wird.

SZYMANOWSKY[4]) modificirte das Ammon'sche Verfahren in so eigenthümlicher Weise, dass seine Methode eigentlich als eine selbstständige anzusehen ist. Er schneidet am äussern Winkel ein Dreieck abc aus der Haut, so dass der spitze Winkel bei a etwa 6

Fig. 9 a.

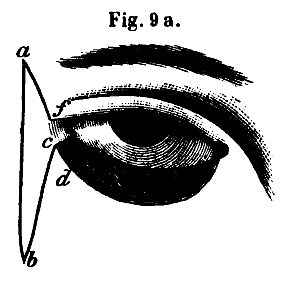
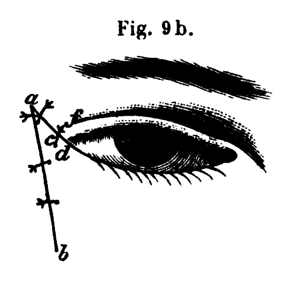


Fig. 9 b.



1) KOLLER, Wiener Medic. Halle. 1862. p. 57.
2) Pract. Observ. on Ectr. London 1812.
3) Zeitschr. f. A. 1830.
4) Handb. der oper. Chir. 243.

bis 8 Mm. höher liegt, als die Commissur. Dann macht er das Lid durch Unterminirung von bce aus beweglich und trägt den Lidrand sammt Cilienboden von c bis d ab. Wird nun die Haut bei c gefasst und in den Winkel bei a eingepflanzt, so wird die *Conj. palp.* zum Bulbus gewendet, das Lid somit zurückgestülpt. Die Lidrandwunde cd wird nun mit af vereinigt, worauf auch cb sich leicht mit der Schläfenseite ab zusammennähen lässt. Sz. hat die 2 mit Erfolg so Operirten nach einigen Monaten noch in befriedigendem Zustande gesehen.

§ 192. Bei jenen Formen von Ektropium, welche ihrer Natur nach nur das untere Lid betreffen können, ist vor allem nachzusehen, wie viel sich ohne Operation z. B. bei Facialislähmung durch Mittel gegen diese, bei Blepharadenitis durch die bekannten Heilmethoden werde erreichen lassen. Sehr viele Fälle von dem sogenannten *Ektropium senile*, sofern es noch nicht bis zur Blosslegung des Uebergangstheiles der Lidbindehaut gekommen ist, lassen sich heilen: durch Bestreichen der zunächst durch Krustenbildung verkürzten Haut mit Ung. emolliens (Ung. anglic. album) unter Zusatz von etwas weissem Präcipitat, allenfalls auch von Zinkblumen, sodann durch sorgfältiges Entfernen der Epidermis- und Schleimschollen, durch Bestreichen excoriirter Stellen mit Höllensteinlösung und durch einen richtigen Verband (wie in § 191).

In sehr veralteten Fällen jedoch, welche entweder zu starker Eversion des Thränenpunctes und Dehnung des Thränenröhrchens oder zu Dehnung der äussern Commissur geführt haben, verdient nebst der Gräfe'schen Tarsoraphie und dem Ausschneiden eines Hautdreieckes unter dem äussern Winkel nach Dieffenbach (§ 185) das Verfahren von Snellen[1]) empfohlen zu werden. Während Dieffenbach[2]) 6—7 Mm. oberhalb des unteren Orbitalrandes mittelst eines querstreichenden halbförmigen Schnittes von der Haut bis in den Bindehautsack nahe hinter dem Tarsus vordrang, die Conjunctiva daselbst fasste, durch die Hautwunde hervorzog und mittelst einiger Hefte an die periphere Hautwundlefze annähte, bewirkt Snellen nach demselben Principe die Redressirung des Tarsus dadurch, dass er an zwei oder drei Stellen von dem vorgedrängten Uebergangstheile aus je einen Faden mittelst zwei Nadeln hinter dem Lide hinabführt und nahe am Orbitalrande aussticht, wo die Schürzung der zusammengehörenden Fäden auf einer kleinen Walze oder mittelst durchbohrter Glasperlen erfolgt. Nachdem der an zwei oder drei Stellen mit je einer Schlinge nahe hinter dem Orbitalrande des Tarsus gefasste Uebergangstheil nach hinten und unten gezogen wurde, bewirkt später die dadurch eingeleitete Bildung von Bindegewebssträngen die bleibende Rückstülpung des Lides. Ich habe hiervon sehr befriedigende Erfolge gesehen.

In vielen Fällen von *Ektr. ex blepharadenitide* kann man unter Berücksichtigung des etwa vorhandenen Allgemeinleidens mit einer analogen Behandlung, wie oben angegeben wurde, namentlich unter wiederholtem Touchiren der Abscesschen mit einem zugespitzten Lapis auslangen, so lange die Dehnung der Commissuren nicht zu weit vorgeschritten ist. Lässt sich der Thränenpunct durchaus nicht mehr auffinden, so durchschneide man, etwas nasen-

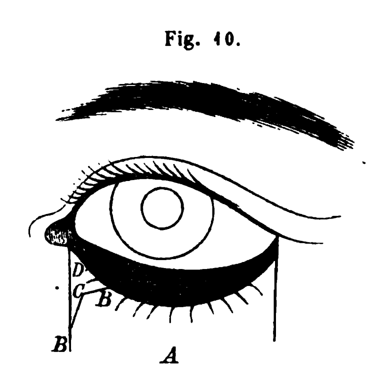
---

1) Zehender, Klin. Mon. Jaener 1872.
2) Rust, Magazin. XXX 1830.

wärts von der Stelle, wo er sitzen müsste, den Lidrand senkrecht auf die Richtung des Thränenröhrchens und gerade nur so tief, dass man auf dessen quere Durchschneidung rechnen kann. Nach Stillung der Blutung wird es schon möglich sein, mit einer konischen Sonde (T. II. F. 12) in das klaffende, weiss eingesäumte Röhrchen einzudringen und es sofort in eine offen bleibende Rinne zu verwandeln. Vergl. § 200.

Für Fälle nun, wo die Blepharitis mehr weniger erloschen ist und wo die Verkürzung der Haut und die Dehnung der Commissuren die eigentlichen unterhaltenden Ursachen des Ektropium bilden, ist von v. Gräfe [1]) ein besonderes Verfahren empfohlen worden.

Fig. 10.



»Es wird zunächst die Lage der vorderen Lidkante nach sorgfältiger Reinigung und Aufsuchen einzelner Wimperausmündungen bestimmt und hart hinter dieser, also dem Orte nach im intermarg. Theile eine horizontale Incision gemacht, welche den Weg ins Bindegewebe vom untern Thränenpuncte bis zur äussern Commissur eröffnet. Alsdann werden hart an den beiden letztgenannten Endpuncten zwei senkrecht auf die Wange absteigende Schnitte von 17—21 Mm. Länge geführt und der umschriebene Quadrilaterallappen *A* nicht allein in seiner ganzen Ausdehnung gelockert, sondern je nach Bedürfniss d. h. nach dem Grade der bestehenden Hautatrophie noch subcutan über die unteren Schnittenden hinaus. Derselbe wird an seiner obern Kante mit zwei breiten Pincetten gefasst, stark nach der Stirn angezogen und in der neuen, hierdurch ihm zugetheilten Lage zunächst längs der beiden Seitenschnitte, von unten ausgehend, angenäht. Die beiden oberen Ecken, welche nunmehr bedeutend über das obere Ende des gegenüber liegenden Wundrandes zu stehen kommen, werden in geeigneter Weise zugestutzt, und zwar am besten durch einen gebrochenen Schnitt *BCB*, dessen vorspringender stumpfer Winkel in den spitzen Winkel der ursprünglichen Wunde emporgenäht wird. Dieser gebrochene Schnitt wirkt in doppelter Richtung, nämlich verkürzend für den Lidrand und hebend für den Lappen. Je näher dem Lidrande der Punkt *C* angelegt wird, desto weniger hebt der Schnitt den Lappen, desto mehr verkürzt er aber den Lidrand. Je näher der Punct *C* dagegen der verticalen Wunde liegt, desto mehr wird der Lappen gehoben, desto weniger der Lidrand verkürzt. Die genaueren Maasse hierfür ergeben sich während der Ausführung dieses Aktes, namentlich dann, wenn der frei präparirte Lappen in die neue ihm zu ertheilende Lage emporgehalten wird. Zum Schlusse wird die horizontale Wunde wieder vereinigt, und zwar so, dass man breite Hautbrücken und nur schmale Conjunctivalbrücken in die Suturen einschliesst, weil diess für die spätere Fixation des Lappens günstiger ist. Es werden nämlich sämmtliche Suturfäden ziemlich stark angezogen an der Stirn befestigt. Da es

1) A. f. O. X. b. 228.

sich um die Sicherung einer Flächenverschiebung zwischen den Lidplatten handelt, so ist eine recht vollständige prima intentio im Bindegewebe von der grössten Wichtigkeit, weshalb vor der Wiedervereinigung die Blutung genau gestillt und in den ersten Tagen die strengste Immobilität eingehalten werden muss. Desgleichen empfiehlt sich ein Druckverband in den ersten 24 Stunden.«

XXII. Blepharoplastik.

§ 193. Als **Blepharoplastik** bezeichnen wir jede Operation, welche den Ersatz eines ganz oder theilweise verlorenen oder abzutragenden Lides durch Ueberpflanzung von Haut an die Stelle des Defectes zum Objecte hat. Operationen, bei welchen ein solcher Defect bloss durch Herbeiziehung von Cutis gedeckt wird, nachdem man letztere nur durch Unterminirung und Umschneidung von 2, nicht von 3 Seiten verschiebbar gemacht hat, gehören nicht zur Blepharoplastik sensu strictiori, von welcher hier allein die Rede sein soll. Im weiteren Sinne würden mehrere der eben besprochenen Operationsmethoden als Blepharoplastik bezeichnet werden können.

Die Vornahme der Blepharoplastik, deren Erfolg trotz rationell angelegter und technisch tadelloser Ausführung wegen mancher Zufälle, die weder zu besorgen standen, noch verhütet werden konnten, dennoch fehlschlagen kann, durch Eiterung, Erysipel, Gangrän u. dgl. kann durch kosmetische Rücksichten angezeigt, durch Mangel an Bedeckung des Bulbus (wegen *Keratitis suppurativa ex lagophthalmo*) dringend geboten sein, sei es dass ein Ektropium mit ausgebreitetem und tiefem Substanzverluste oder ein theilweiser (gänzlicher) Mangel eines Lides (beider) schon besteht oder behufs der Beseitigung eines Neugebildes gesetzt werden muss.

Bei Epitheliom des untern Lides, wenn dasselbe einerseits nach innen nicht über das Bereich des Tarsus, mindestens nicht bis zur Uebergangsfalte reichte, andrerseits, vom freien Lidrande gegen den Orbitalrand gerechnet, nicht über 6 Mm. breit war — die Länge von einem Winkel zum andern kommt nicht in Betracht, sobald der Thränenpunct und die äussere Commissur intact sind — habe ich auf einer eingeschobenen Hornplatte einen bogenförmigen Schnitt von der angrenzenden gesunden Haut bis in die Bindehaut geführt, und wenn der Tarsus in seiner ganzen Höhe hätte mitgenommen werden müssen, die Cutis an die Bindehaut mit einzelnen Heften oder mit einer fortlaufenden Naht angeheftet. Durch die Wirkung des *M. orbicularis* wurde die Narbe nach und nach so emporgehoben, dass eine weitere Entstellung, als die, welche der Verlust der Cilien mit sich bringt, gar nicht oder kaum zu bemerken war. [2]) Eine auf diese Weise von *Epith. palp. infer. oc. sin.* 1855 befreite Frau ist bis jetzt 1878 geheilt geblieben.

---

1) Koller, Wiener Medic. Halle 1862. p. 18.

§ 194. **Methoden.** Der Ersatz eines zerstörten Augenlides (des untern, nach *Erys. gangr.*) ist zuerst von C. A. GRÄFE (ALBR. von GRÄFE's Vater) 1809 »gewagt worden«[1], indem er ein Stück aus der Wangenhaut vor den blossgelegten Bulbus verpflanzte. Allgemeine Aufnahme verschafften jedoch dieser Erfindung erst die Methode von FRICKE[2]) und die des genialen DIEFFENBACH[3]), welche auch heute als die zwei Grundtypen anzusehen sind. Jeder specielle Fall kann Modificationen erheischen. In dieser Beziehung verdanken wir BLASIUS[4]) und HASNER[5]) beachtenswerthe Andeutungen, namentlich über die zweckmässige Adaptirung der Fricke'schen Transplantation bei verschiedenen Fällen. In neuester Zeit hat KNAPP[6]) besonders die seitliche Verschiebung cultivirt, in einer Weise, dass sie mit einigem Rechte als Blepharoplastik betrachtet werden kann. — Ganz verschieden von den genannten Methoden ist die Transplantation nach REVERDIN[7]), indem ganz isolirte kleine Partien von Epidermis mit Zellen vom *Rete Malpighi* (höchstens noch mit etwas Bindegewebe, jedenfalls ohne *Pannic. adiposus*) auf granulirenden wunden Flächen befestigt (angedrückt) und zum Anheilen gebracht werden.

§ 195. Die **Methode von Fricke** besteht in der Transplantation eines zungen-, lanzett- oder halbmondförmigen Ersatzlappens aus der Nachbarschaft und eignet sich vorzugsweise für Ektropium von ausgebreitetem Substanzverluste der Haut am obern Lide, wofür sie auch ursprünglich bestimmt worden war. Doch leistet sie auch für das untere Lid vortreffliche Dienste. Solche Substanzverluste finden wir besonders nach *Pustula maligna* (häufig in Ungarn), *Erys. gangraenosum*, seltener nach Verbrühungen, nach Syphilis von der Stirnhaut her u. dgl. Der freie Lidrand, mehr weniger verlängert und längs der normalen oder struppig auseinander gezerrten Cilien mit noch normaler Cutis versehen, ist gegen die Augenbraue gezogen; die Lidbindehaut kann mehr weniger blossgelegt sein (Ektropium) oder auch nicht (Lagophthalmus).

a) Nach eingetretener Narkosis führt der Operateur mit einem etwas bauchigen Skalpell vom innern Winkel bis etwas über die äussere Commissur hinaus einen Schnitt durch die Haut, parallel dem Lidrande und so weit von demselben entfernt, als es die meistens linear streichende Narbe gestattet. Durch einen zweiten solchen Schnitt oberhalb der Narbe wird diese oben von der gesunden Haut unter den Augenbrauen abgegrenzt, dann in ihrer ganzen Tiefe excidirt, doch mit möglichster Schonung des *M. orbicularis*.

b) Da diese Excision meistens nicht hinreicht, den Lidrand so weit herabzuziehen, als er bei gesenktem Blicke stehen soll, so müssen jetzt die subcutanen Narbenstränge gelöst und meistens auch die *Fascia tarso-orbit.* längs des Orbitalrandes mit flach geführter Klinge (damit man den Levator nicht durchtrenne)

1) Rhinoplastik. Berlin 1818.
2) Bildung neuer Augenlider, Blepharoplastice. Hamburg 1829.
3) CASPER's Wochenschr. 1835. ZEIS, Handb. der plast. Chir. 1838.
4) Berliner med. Zeitschr. 1872.
5) Entwurf einer anat. Begr. usw. Prag 1847.
6) A. f. O. XIII. a. 183.
7) Gazette méd. de Paris 1866. Nr. 26.

eingeschnitten werden. Erst jetzt, nach zwangloser Herabhaltung des freien Lidrandes lässt sich die Breite und Länge des Ersatzstückes berechnen. Die Wunde ist meistens gegen 3 Cm. lang, in der Mitte über 1 Cm. breit.

c) Der Ersatzlappen bekommt eine zungen- oder lanzettförmige Gestalt. Er kann (für das obere Lid, von dem hier zunächst die Rede) entweder aus der Schläfenhaut gebildet werden, wie FRICKE angegeben hat, oder aus der Wangenhaut, wie ich es (seit 1842) wiederholt mit bestem Erfolge gemacht habe. Der Winkel, der seine Richtungslinie (von der Spitze bis zur Mitte der Basis) mit der Längsache des Defectes bildet, soll wo möglich ein spitzer, mindestens kein stumpfer sein — wegen der Drehung an der Basis des Lappens. Mit Rücksicht auf die nach der Transplantation eintretende Schrumpfung des Lappens soll sowohl die Länge als die Breite um 5 — 7 Mm. grösser angenommen werden. Deshalb soll auch die Basis des Lappens eine solche Lage zur Lidspalte erhalten, dass bei der Retraction die Lidspalte nicht nach einer ungehörigen Richtung hin gezerrt werde. Wird der Lappen für das obere Lid aus der Stirn und Schläfe genommen, so muss seine Basis etwas tiefer herabreichen (SZKLOSY). Den Punct, von welchem die Spitze entlehnt werden soll, kann man sich Tags vorher mit einem zugespitzten Lapis markiren. Die Breite lässt sich erst nach der Reposition des Lidrandes näher bestimmen. Die Schnitte sind senkrecht durch die Haut zu führen, was bei starker bogenförmiger Krümmung leicht verfehlt werden kann. Der erste Schnitt steigt von dem äussern Ende der Lidwunde an oder nicht weit davon schräg auf- resp. abwärts und endet an der Marke. Der zweite Schnitt wird anfangs ab- resp. aufwärts geführt und jedenfalls um 6 — 10 Mm. länger gemacht, als der erste.

d) Der Lappen wird nun unter möglichster Vermeidung von Quetschung mittelst Pincette und flachen ausgiebigen Messerzügen von der Fascie (mit möglichst wenig Fett) gelöst, bis zu seiner Basis. Um ihn nun dem Defecte genau anpassen zu können, schneidet man die Brücke, über welche er hinüber geschlagen werden müsste, einfach durch oder excidirt nöthigenfalls ein schmales Stück, so dass durch Auseinanderdrängen dieser Wunde Platz zum Einlagern des Lappens geschafft wird.

e) Man könnte nun zur definitiven Einpflanzung des Lappens schreiten, wie es früher gewöhnlich geschehen ist. Nach BILLROTH's, SZYMANOWSKY's u. A. Vorgang ist es besser, erst zur Vereinigung der durch die Lappenexcision gesetzten Wunde zu schreiten, weil es einerseits nichts schadet, den Lappen noch eine kurze Zeit frei zu lassen, andrerseits aber durch die vorausgehende Vereinigung dieser Wunde besser für die richtige Adaptirung des Lappens gesorgt werden kann. Es darf eine Frist von 10 — 15 Minuten zwischen der Ablösung und der definitiven Anheftung verstreichen, und einiges Zuwarten (den Lappen ausbluten lassen) ist sogar vortheilhaft.

f) Bevor man zur Anheftung des Lappens schreitet, sehe man nach, ob nicht hier und da von demselben ein Streifen (auf einer untergelegten Platte mit einem scharfen Messer) abgeschnitten oder der Wundrand längs des Defectes behufs genauer Vereinigung erst etwas unterminirt werden müsse. Dann reinige man sowohl die Defectwunde als den Lappen an seiner Rückseite sorgfältig von allem Blutge-

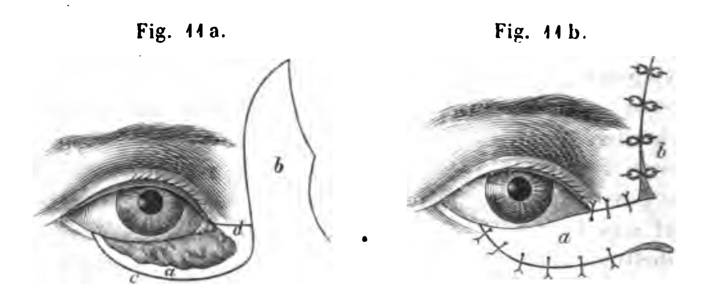
rinnsel und schreite erst jetzt zur Anlegung der Hefte, von der Spitze aus, erst oben, dann unten. Manche Operateure verwenden feinen Draht; ich habe mit schwarzer Seide genäht.

g) Nach beendeter Operation soll der Kranke einige Tage im Bette bleiben, wenigstens nicht herumgehen, und auch die Lider des zweiten Auges geschlossen halten. Etwa unbedeckt gebliebene Wundflächen müssen mit geschabter Charpie (*Ch. râpée*) belegt werden; ausserdem lässt man einen in Oel getränkten Leinenfleck vor dem Auge herabhängen und verfährt weiterhin nach allgemein bekannten medicinisch-chirurgischen Regeln.

Fricke's Ersatzlappen waren mehr zungen- als lanzettförmig und mehr symmetrisch geschnitten; sie wurden daher nach der Einheilung mehr weniger klumpig. In den meisten Fällen kann man jenen Rand, welcher nach der Ueberpflanzung gegen das Auge hin zu liegen kommt, geradlinig oder etwas concav schneiden und dafür die nöthige Breite des Lappens durch stärkere Convexität des peripheren Schnittes erzielen. Dass diese Modification, welche von Szymanowsky l. c. p. 227 Letenneur zugeschrieben wird, in Prag zu Anfang der Vierziger Jahre üblich war, geht schon aus Hasner's Abbildungen hervor. Auch Blasius hat schon Lappen von halbmondförmiger Gestalt gebildet. Bei Fricke war die Brücke zwischen Defectwunde und Ersatzlappenbasis breit; seit Ammon [1]) wird sie weggelassen, mindestens schmäler gemacht und durch Incision oder Excision durchbrochen.

Benutzt man diese Methode in Fällen, wo der Rand des Lides fehlt oder fortgenommen werden muss, so soll der concave Rand des Ersatzlappens, welcher bestimmt ist, den freien Lidrand zu vertreten, wo möglich mit der Bindehaut zusammengenäht werden. Kann in solchen Fällen ein Theil des Lides nächst dem innern oder äussern Winkel in seiner ganzen Dicke erhalten werden, so ist das ein sehr schätzenswerther Gewinn für die Beweglichkeit des reponirten Lides. Die nachstehenden Zeichnungen aus Hasner's oben citirtem Werke bedürfen kaum eines Commentares über die Art, wie dieser Operateur behufs der Exstirpation von Neubildungen (Epitheliom) und der Deckung von Hautdefecten aus der Nachbarschaft vorging. Auch Guillon [2]) hat beachtenswerthe Winke zur Blepharoplastik gegeben. Richet's Verfahren (pag. 464) gehört gleichfalls hierher.

Fig. 11 a. Fig. 11 b.



1) Zeitschr. f. O. IV.
2) Ann. d'ocul. T. IX. 80.

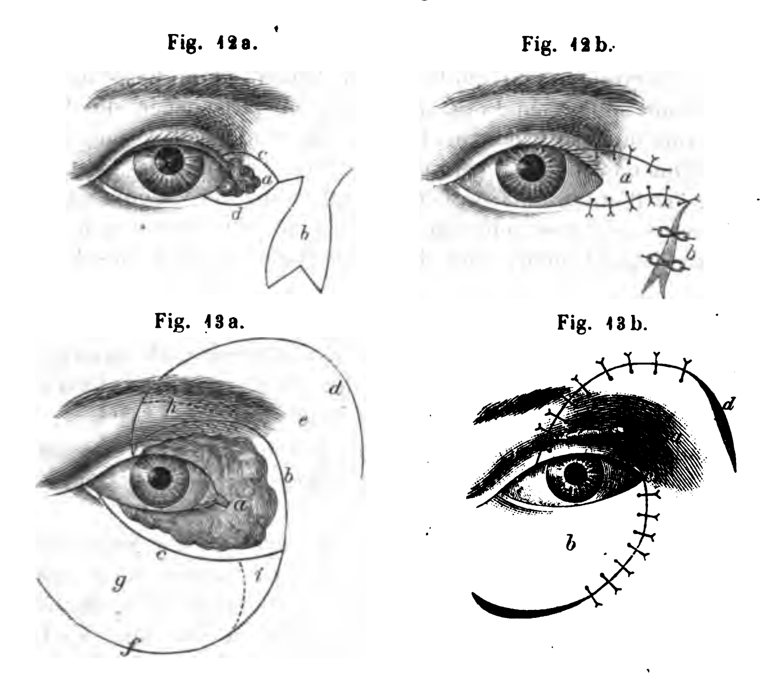


Fig. 12a. Fig. 12b. Fig. 13a. Fig. 13b.

§ 196. **Die Methode** von DIEFFENBACH (1834 zum ersten Male ausgeführt, beschrieben in CASPER's Wochenschr. 1835 und in ZEIS' Handb. der pl. Chir.) besteht der Hauptsache nach in der Setzung einer dreieckigen Defectwunde und in der Deckung derselben durch einen viereckigen (rhomboiden) Lappen, welcher unmittelbar neben dem Defecte an drei Seiten durch (gradlinige) Schnitte abgegrenzt wird, so dass die vierte Seite des Rhomboids die Basis des Lappens bildet.

Sie eignet sich zwar für jedes der Lider, vorzugsweise jedoch für das untere, weshalb die Operation an diesem hier als Schema dienen mag. Es sei linkerseits das untere Lid und zwar von der äussern Commissur bis gegen den Thränenpunct zerstört oder müsse wegen eines Neugebildes ganz bis zur Uebergangsfalte fortgenommen werden.

a. Man beginne nach eingetretener Narkosis die Operation mit der Excision eines gleichschenkligen Dreiecks, dessen Basis hier die Lidspalte bilden würde. Nach Führung der Seitenschnitte von der Gegend der *Fossa canina* aus mit einem etwas bauchigen Scalpell zieht man einen Schnitt durch die *Conj. palp.* von einem Winkel zum andern. Je mehr von dem Uebergangstheile, mindestens von der *Conj. bulbi* geschont werden kann, desto besser. Die Schnitte sind senkrecht durch die Haut und nur durch diese zu führen; der *M. orbicularis* soll so viel als möglich geschont werden. Um den untern Winkel spitzig zu erhalten, muss man entweder tief herabgehen, so dass die Höhe des Dreiecks grösser wird als die Länge der Basis (in gerader Linie gerechnet), oder die Schnittlinien unten etwas geschweift führen. Die Abtragung des durch diese drei Schnitte Umschriebenen geschehe in ausgiebigen flachen Messerzügen, doch mit vollständiger Fortnahme alles Krankhaften.

b. Behufs der Umgrenzung des Ersatzlappens führt man einen Schnitt vom äussern Winkel horizontal und um 6—8 Mm. länger als die Basis des Dreiecks; der zweite Schnitt läuft vom Ende des ersten abwärts gegen die Wange und zwar parallel zum äussern Schenkel des Dreiecks und eben so lang wie dieser, oder einige Millimeter länger. Nach kunstgerechter Ablösung des Lappens (wenig Fett), Stillung der Blutung und sorgfältiger Entfernung der Coagula wird derselbe nach innen gelegt, so dass sein innerer Rand an den innern der dreieckigen Wundfläche zu liegen kommt, und der obere Rand die Stelle des Augenlidrandes vertritt.

c. Die Anheftung beginnt am innern Winkel und schreitet von da zur Seite der Nase abwärts. Dann wird die Conjunctiva von innen nach aussen durch die unterbrochene oder fortlaufende Naht mit der Cutis vereinigt. Chelius[1]) vereinigte die Wunde an der Schläfe durch die Naht mit bestem Erfolge.

d. Das unbedeckte Dreieck an der Schläfenseite wird mit geschabter oder mit beölter Charpie bedeckt, die Nachbehandlung nach den bekannten Regeln geleitet.

Wenn der Augenlidrand nicht zerstört ist oder wegen eines mehr peripher sitzenden Neugebildes nicht fortgenommen werden muss, und wenn die Dimensions- oder Situationsverhältnisse für die Fricke'sche Methode nicht günstig sind, so bietet die Dieffenbach'sche Methode mit Erhaltung des Lidrandes ungleich günstigere Aussicht. Wäre beispielsweise ein Ektropium des untern Lides in Folge weit verbreiteter Narbenbildung bis gegen die *Fossa canina* vorhanden, so würde man bei Ausschneidung der Narbe die Basis des Dreiecks längs der Cilien und so weit als möglich davon verlaufen lassen. Zögen noch Narbenstränge an der Basis oder an dem innern Schenkel unter sonst gesunder Haut in die Tiefe, so müsste die Haut längs dieser Linien erst unterminirt werden, damit bei der Anpassung des gewöhnlich etwas dickeren Lappens dessen Rand nicht über die mit ihm zu verbindende Haut (Epidermis) emporrage. Auch hier ist es, wie später angegeben wird, sehr gerathen, den äussersten Theil des Lappens an die Cutis jenseits der äussern Commissur durch zwei Nähte zu befestigen.

Um dem Ersatzlappen oben einen bessern Haltepunct zu geben, als ihn die Conjunctiva, ja selbst der noch theilweise erhaltene Lidrand zu bieten vermag, habe ich den Kanthotemporalschnitt stets um circa 1 Cm. länger gemacht, als die Basis des Dreieckes, so dass nach Ansäumung des obern Randes an die Conjunctiva oder an den Lidrand (wo dieser erhalten werden konnte) noch immer ein 5—6 Mm. langer Theil zur Anheftung an die Cutis auswärts von der äussern Commissur übrig blieb. Man muss jedoch, um diesen Theil des Lappens an die dünne Cutis dieser Stelle mit 2 Suturen anheften zu können, diese Haut etwas unterminiren. Durch diese Anheftung erzielt man auch, dass der äussere Rand des Lappens überall und bleibend gut an seine Unterlage angeschmiegt erhalten wird.

Prof. Billroth lässt, wie mir mitgetheilt wurde, wo möglich unter dem äussern Winkel einen dreieckigen Sporn mit abwärts gerichteter Spitze stehen. Er beginnt nämlich nach Ausschneidung des Dreiecks den horizontalen Schnitt nicht am Lidwinkel, sondern

---

1) Handb. der Augenh. 1839. II. 166.

einige Millimeter schläfenwärts davon und führt dann vom Anfangspuncte dieses Schnittes einen Schnitt abwärts, welcher erst mehrere Millimeter weiter unten in den Schnitt einmündet, welcher zur Excision des Dreiecks vorgenommen worden war; dann erst wird der Schnitt geführt, welcher den Lappen schläfenwärts abgrenzt. Die Basis dieses Sporns kann 1 Cm. und darüber breit werden, wenn ein Theil des Lides nächst der äussern Commissur gesund ist und mithin erhalten werden kann. Ein breiter, wenigstens theilweise über den *Kanthus ext.* hinausreichender Sporn gibt dem transplantirten Lappen jedenfalls einen günstigen Halte- und Ernährungspunct.

Ich habe ferner den Kanthotemporalschnitt nicht horizontal, sondern etwas absteigend (vom Kanthus gegen das Ohrläppchen) geführt und sofort auch den abwärts laufenden (Temporogenal) Schnitt nicht parallel zum äussern Schenkel des Dreiecks, sondern diesem sich bis auf 13—15 Mm. annähernd gezogen und dann noch etwas weiter abwärts geführt. Die Basis des Lappens wird auf diese Weise beinahe halb so breit, als der obere Rand, reicht aber zur Ernährung noch vollkommen aus. Will man das nachher unbedeckt bleibende Dreieck von dem gegen das Ohr gerichteten Winkel aus durch die umschlungene Naht vereinigen und doch die Basis des Lappens nicht zu stark emporziehen, was eine Faltung, ein Nichtanliegen des Lappens zur Folge haben könnte, so führe man den absteigenden Schnitt nicht geradlinig vom Ausgangs- zum Endpuncte, sondern bogenförmig doch nicht wie Deval l. c. abgebildet hat, mit rück- sondern mit vorwärts gewendeter Convexität. Der Lappen ist dann eine Strecke lang 13—15 Mm. breit und nimmt dann rasch an Breite zu, so dass der obere Rand leicht die Breite von 3 Cm. erreicht, welche man braucht, wenn das Lid seiner ganzen Länge nach ersetzt werden soll.

Szymanowsky l. c. pag. 223 Fig. 359 und p. 230 Fig. 381 hat, um die durch Entlehnung des Ersatzlappens entstehende Lücke gleich zu decken, eine Modification vorgenommen (1856), welche er »Modification mit dem spitzen Winkel« nennt und in den genannten Figuren veranschaulicht.

Fig. 14.

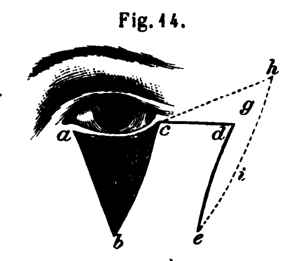


Fig. 14 (Sz. 359) versinnlicht die Dieffenbach'schen Schnitte ab, bc und ac, den Kanthotemporalschnitt cd und den Temporogenalschnitt de. Statt der beiden letzteren führt Sz. einen schräg auf- und einen schräg abwärtssteigenden Hilfsschnitt ch und hie. Dadurch gewinnt man 1. dass der Lappen bci länger ist und auch nach seiner Verkürzung durch Zusammenziehen ohne Spannung den Defect abc ausfüllt; 2. dass sein oberer breiterer Rand ch es gestattet, dass man auch an dem äussern Augenwinkel, zwischen diesem und dem Lappen bei h Suturen appliciren kann, welche am besten dazu geeignet sind, dem Lappen das Herabsinken zu verwehren, und 3. dass man von dem spitzen Winkel h aus den seitlichen Defect ohne Nachtheil, ja sogar mit Vortheil für den transplantirten Lappen schliessen kann. Zum Eiterabflusse kann man bei c eine kleine Oeffnung lassen, doch tritt meistens schnelle Vereinigung ein.

Den Vorgang bei Ersatz des obern Lides nach der Dieffenbach'schen Methode mit dem spitzen Winkel bringt Szymanowsky (p. 230 Fig. 381 und Fig. 382) zur Anschauung, welche hier in Fig. 15 a u. b wiedergegeben sind.

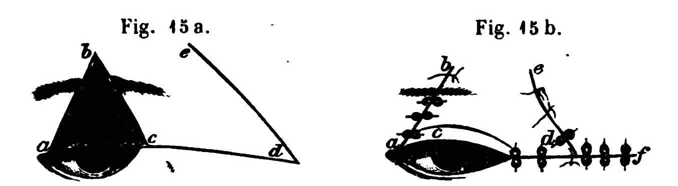
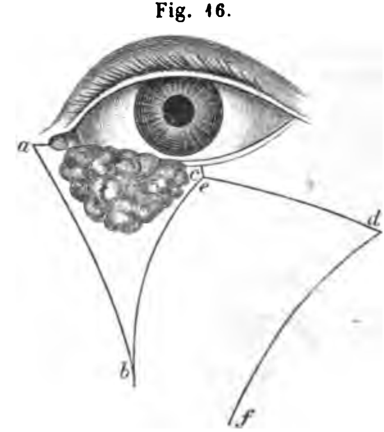


Fig. 15a. Fig. 15b.

Hasner l. c. 250 wirft der Verwendbarkeit der Dieffenbach'schen Methode vor, dass man, wenn nur die innere Hälfte des untern Lides fortgenommen werden muss, die äussere Hälfte nicht erhalten kann oder dass diese, nach Fritze, in den Ersatzlappen einbezogen werden müsse, daher jedenfalls ihre Muskelthätigkeit verliere. Abgesehen davon, dass man in solchen Fällen nach Langenbeck's und Syzmanowsky's Vorgange den Ersatzlappen von der Cutis der Nase nehmen könnte, wäre auch die Entlehnung von der Schläfenseite her noch immer möglich und vortheilhaft. Könnte nur ein kleiner Theil des untern Lides nächst dem äussern Winkel erhalten werden, so würde man diesen nach Billroth als Sporn benutzen können; könnte aber ungefähr die Hälfte vom äussern Winkel her erhalten werden, so liesse sich nach meinem Vorgange wohl auch nach beistehender Zeich-

Fig. 16.



nung operiren. Nach Abtragung des Dreiecks abc mit etwas geschweiften Schnitten umschreiben die Schnitte de und df den Ersatzlappen bedf. Winkel e wird dann mit a vereinigt und findet am *Ligam. kanthi intern.* hinreichende Stütze gegen das Herabsinken, abgesehen von der Naht längs ab. Der Zipfel bei d wird bei c durch 1 oder 2 Hefte befestigt. Der Rand (df) des Ersatzlappens bildet nun die mediale Grenze eines unbedeckten Dreiecks, dessen spitzer Winkel von der Schläfenseite her eine Vereinigung in dem Maasse gestattet, als nicht Ektropium der äussern Lidhälfte zu besorgen steht. Durch eine bleibende oder temporäre Tarsoraphie nach v. Gräfe würde sich dem Ektropium vorbeugen lassen. Das Operationsgebiet fällt hier in der obern Hälfte in das Bereich der dünnen ohne Gewalt sehr dehnbaren Lidhaut und dem Lappen kann jedenfalls die *Art. palp.* vom äussern Winkel aus sehr zu statten kommen.

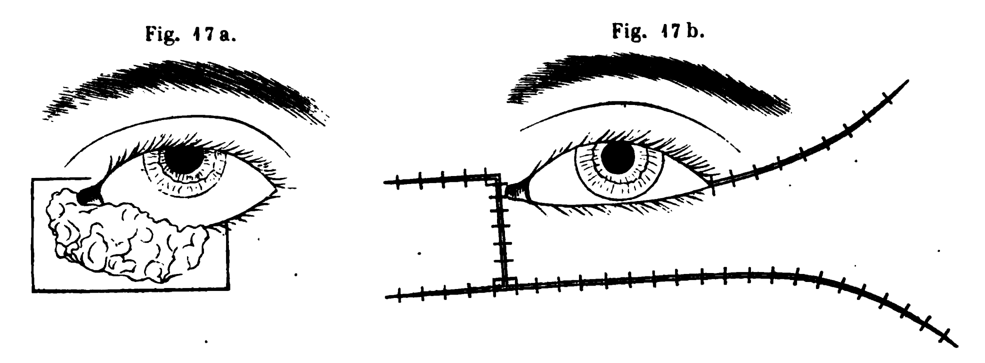
§ 197. **Das Verfahren** von Knapp [1]) besteht in der Setzung eines viereckigen (rechteckigen) Defectes behufs der Exstirpation eines Neugebildes und in der

---

1) Pagenstecher, A. f. O. XIII. a. 183.

Deckung dieses Defectes durch Herbeiziehung viereckiger Lappen, wie aus der Zeichnung zu ersehen ist.

Fig. 17a. Fig. 17b.



Nach DEVAL[1]) hat SERRE in Montpellier nach demselben Principe — par glissement du lambeau — operirt.

In KNAPP's Falle waren zwei Drittel des untern Lides von einer derben Cancroidmasse eingenommen, welche sich noch einige Millim. weit vom innern Winkel gegen die Nase und unbestimmbar weit in die Tiefe erstreckte, den Bulbus aber noch nicht ergriffen hatte. Durch geradlinige Schnitte wurde noch ganz im Gesunden die Geschwulst abgegrenzt und dann vollständig exstirpirt. Hierauf wurden die horizontalen Schnitte nach der Nase hin verlängert und ein viereckiger Lappen lospräparirt. Dann wurde in der Verlängerung der Lidspalte von der äussern Commissur aus ein leicht nach oben gerichteter Schnitt durch die Schläfenhaut und ein anderer als gradlinige Fortsetzung der Wundgrenze allmählich nach unten bogenförmig absteigend geführt. Der so abgegrenzte, nach seiner Basis hin breiter werdende Lappen wurde losgelöst und nach Stillung der Blutung mit dem verticalen Rande des nasalen Lappens durch Knopfnähte vereinigt. Der innere obere Winkel wurde durch eine Naht an den innern Rand des obern Lides angeheftet. Beide Lappen zeigten eine ziemliche Spannung, deckten aber den Defect vollständig und gaben eine höchst befriedigende Form des untern Lides, von welchem das noch erhaltene äussere Viertheil jetzt das innerste bildete. Die Vereinigung durch Nähte geschah sehr sorgfältig. Conjunctivalnähte wurden nicht angelegt. Die Wunde wurde 2 Tage lang durch Druckverband geschützt; die Anheilung erfolgte durchaus in schönster Weise. Die Lidspalte war um 4—5 Mm. verkürzt, konnte aber vollständig geöffnet und geschlossen werden. Die Innenfläche des Lides überzog sich von den Seiten her mit Bindehaut. KNAPP bezeichnet diesen Fall als einen der gelungensten von Lidplastik, welche er gesehen hat.

Zwei andere Fälle hat KNAPP in seinem Archiv beschrieben und zwar: 1869 I. a. 1. und 1870 I. b. 203. Sie sammt den Abbildungen hier ausführlich mitzutheilen, würde die Grenzen dieser Arbeit überschreiten, und ein Excerpt oder eine Skizze könnte nicht die nöthige Deutlichkeit geben.

Die Methode von BUROW sen.[2]) zur Deckung von Substanzverlusten an den Lidern zu verwenden, war ich nie in der Lage, da mir immer die Fricke'sche oder Dieffenbach'sche Methode, dem speciellen Falle angepasst, ein besseres Resultat zu geben versprach. Wenn sich SZYMANOWSKY l. c. 231 gegen die Aufopferung eines Dreiecks gesunder Haut an einem Lide oder nahe daneben ausspricht, so kann man ihm wohl nicht unrecht geben, wenngleich BUROW von 3 Fällen vollkommener Heilung spricht.

---

1) Chir. ocul. 1844. p. 478.
2) Beschreibung einer neuen Transplantationsmethode. Berlin 1856.

§ 198. Nach M. SEE[1]) hat REVERDIN in Genf gezeigt, dass kleine Hautstücke, welche in einer bestimmten Weise vom lebenden Menschen abgetrennt auf Granulationsflächen aufgelegt und mittelst Heftpflasterstreifen befestigt werden, in der Regel anheilen und Ausgangsstellen bilden für die Ueberhäutung solcher Flächen.

Dr. LAWSON im Middlesex Hosp. zu London trennte, nach einem Berichte von Dr. LINDENBAUM[2]) das ein Ektropium bewirkende Narbengewebe und löste die fixirten Wundränder so weit, dass das Lid in der ihm gebührenden Lage leicht erhalten werden konnte. Um nun die Wiederkehr einer constringirenden Hautnarbe zu verhüten, transplantirte er am 4. Tage, als die breite Wundfläche, welche die ganze Länge des Lides einnahm, mit frischen Granulationen besetzt erschien, zwei aus dem rechten Oberarme ausgeschnittene Hautstückchen, jedes von circa $1\frac{1}{2}$ Cm. Durchmesser, auf dieselbe. Für alllseitig genaues Anliegen wurde durch Heftpflasterstreifen und durch den gewöhnlichen Schutzverband gesorgt. Die Verwachsung gelang vollständig. Die Lidspalte konnte geschlossen werden und nach 2 Wochen stellte sich auch Gefühl in den transplantirten Hautstückchen ein.

Versuche mit dieser Methode sind angegeben in der Wiener medic.-Wochenschr. 1872 No. 23, 27 und 36. Mein Assistent Dr. SATTLER heilte ein Narbenektropium des untern Lides, wo in der ganzen Nachbarschaft kein Stück gesunder Haut zur Transplantation zu haben war, vollständig mittelst dieser Methode, indem er nach völliger Mobilisirung und Reponirung des ektropionirten Lides für dessen ruhige Lage durch provisorische Tarsoraphie (an 2 Stellen) sorgte.

WECKER[3]) hat die Reverdin'sche Methode beträchtlich modificirt dadurch, dass er nicht bloss Epidermis- sondern förmliche Cutis-Schollen von 6—8 Mm. Durchmesser auf die granulirenden Geschwürs- oder Wundflächen aufträgt und mit Goldschlägerhäutchen befestigt (durch 24 Stunden). Er empfiehlt dieses Verfahren bei Verbrühungen der Lider, wenn Ektropium zu besorgen steht, bei Ektropium von Substanzverlust der Haut, in manchen Fällen statt der Blepharoplastik, überhaut bei beträchtlichem Substanzverluste mit eiternder Fläche. Auch HORNER[4]) sah von der Greffe dermique sehr schöne Erfolge bei Brandwunden.

---

1) Gaz. médic. de Paris 1866. Nr. 26 laut A. JACENKO in den von STRICKER redigirten medic. Jahrbüchern. Wien 1871. Heft 3.
2) Berl. klin. Wochenschr. 1871. März.
3) De la greffe dermique en chir. oculaire, ann. d'oc. LXVIII. 62.
4) Heidelb. Congr. in Zeh. klin. Monatsbl. 1871.

XXIII. Beseitigung von Geschwülsten an den Lidern.

§ 199. **Chalazion** ist wohl die häufigste Geschwulst an den Lidern, welche einen operativen Eingriff erheischt. Dieser besteht in der Incision der Conjunctiva und des Tarsus längs eines Meibom'schen Drüsenstranges, sofern das Chalazion nicht sehr klein ist und nicht den freien Lidrand allein einnimmt. Nach Umstülpung des betreffenden Lides wird unter verlässlicher Fixation des Kopfes ein Spitzbistouri nächst dem Orbitalrande des Tarsus eingestochen und sofort senkrecht bis gegen, doch nicht bis in den freien Lidrand geführt. Ist der Inhalt noch zum Theile flüssig, so tritt er von selbst aus; meistens findet man nur noch einen gallertartigen, doch etwas zähen Inhalt, welcher dadurch ausgepresst werden muss, dass man den Tarsus in der Richtung von seinem Orbital- bis zu seinem freien Rande zwischen den Fingern kräftig zusammendrückt.

Dieses einzige rationelle Verfahren finden wir bereits von Bartisch[1]) erwähnt. »Stehet aber die Eis, Gersten- oder Haberkorn mehr inwendig unter der Krospel des Augenlides, so sol man das Augenlid fein umbkehren, das inwendig aufmachen und schneiden, allein das man das inwendige in die quere, das auswendige aber die lange schneiden muss.« Die von Desmarres[2]) zur Exstirpation von der Haut aus empfohlene Lidklemme (T. II. F. 17) ist zu der Incision ganz überflüssig; die Exstirpation aber verursacht ganz unnöthiger Weise heftige Schmerzen und einige Tage Entstellung. Nur die Verwechslung solcher Entzündungsgeschwülste mit Balggeschwülsten konnte zu der Idee der Exstirpation verleiten.

Eigentliche **Balggeschwülste** kommen nur nächst der knöchernen Wand der Orbita, niemals auf oder nahe an dem Lidknorpel vor. Sie lassen sich nach den bekannten Regeln der Chirurgie leicht entfernen, nur muss man die Cutis »der Länge nach« i. e. nach dem Verlaufe der Muskelfasern durchschneiden.

Bei **Teleangiektasien**, bei **Epitheliomen** und anderen Neubildungen bestimmen Grösse und Sitz die Wahl des Verfahrens, welches man analog den allgemeinen Encheiresen der Besonderheit ihres Sitzes entsprechend einzurichten hat.

XXIV. Operationen an den Thränenwegen.

Schlitzung der Thränenröhrchen (Bowman).

§ 200. Bowman[4]) hat uns mit der interessanten Thatsache bekannt gemacht, dass die Thränenröhrchen, nachdem man sie in eine gegen den Bulbus hin offene Rinne verwandelt und die Wiederverwachsung gehindert hat, die Fortleitung der Thränen so gut wie ungeschlitzte vermitteln. Man verlegt durch diesen Akt so zu sagen den Thränenpunct an den Rand der Karunkel.

---

1) Ophthalmodouleia. Dresden 1583. pag. 165.
2) Ann. d'ocul. T. XVI. p. 114.
3) Med. Chir. Transact. 1851. Ann. d'ocul. 1853. T. XXIX. 52.

Operation. Ist der Thränenpunct sichtbar, so spannt man das untere Lid nach unten-aussen, das obere nach oben-aussen gegen die Mitte des Orbitalrandes hin an, indem man den Tarsus vom Bulbus abzieht, doch nicht umstülpt. Dann führt man eine konische, doch an der Spitze stumpfe (gut abgerundete) Sonde (T. II, Fig. 12) erst etwas über 1 Mm. tief senkrecht zum Lidrande ab- resp. aufwärts, unter leicht rotirender und drückender Bewegung. Hierauf bringt man die Sonde in die Richtung, dass ihre Spitze gegen die Einmündungsstelle der Thränenröhrchen in den Thränensack zielt. Diese Mündung liegt bekanntlich hinter dem Lidbande, doch etwas oberhalb desselben (dem durch Anspannung gegen die äussere Commissur hin sichtbar werdenden vordern Rande des Lidbandes) und beiläufig an der Grenze des äussern und der innern zwei Drittel dieses sichtbaren Vorsprunges. In dieser Richtung wird die Sonde unter leichtem Rotiren und Drängen bei straffer Anspannung des Röhrchens (nach der entgegengesetzten Richtung) vorgeschoben, bis man ihr Anstossen an die innere Wand des Sackes fühlt. Wer sich fürchtet, einen falschen Weg zu bahnen, kann die konische Sonde, sobald sie 3—4 Mm. weit vorgedrungen ist, mithin der Thränenpunct hinreichend erweitert ist, mit der cylindrischen (Bowman 1 oder 2) vertauschen.

Nach Zurückziehung der Sonde nimmt man entweder das Bowman'sche oder das Weber'sche Messerchen (T. II, Fig. 14) oder die Scheere (T. I, Fig. 23) und dringt damit unter steter Anspannung des Röhrchens so weit vor, dass man beim Stürzen (Aufstellen) des Messers oder beim Schliessen der Scheere das Röhrchen bis zum Rande der Karunkel durchtrennen kann. Die Schneide des Messers sowohl als die des im Röhrchen steckenden Scheerenblattes muss dabei so gerichtet werden, dass die damit gesetzte Wunde auf- resp. ab- und rückwärts klafft. Klaffte sie nach vorn, so müsste man sie wieder zuheilen lassen; klaffte sie nach oben, resp. nach unten, so könnte man sie durch Fortnehmen eines schmalen Streifens längs der hinteren Lefze mit der Scheere corrigiren. Wer nur mit der rechten Hand sicher operirt, stelle sich behufs der Operation am rechten Auge hinter den niedrig sitzenden Patienten, um von oben her das Operationsfeld übersehen zu können.

Schmerz und Blutung sind gering. Nach 24 Stunden wird die Wunde durch Einführen und Aufstellen einer Bowman'schen Sonde aufgerissen und zwar in ihrer ganzen Länge. Sollte sie am 3. oder 4. Tage nochmals verklebt sein, sei es nächst dem Thränenpuncte, was leicht übersehen wird, wenn man nicht genau wie bei der ersten Sondeneinführung vorgeht, sei es gegen die Karunkel hin, so löse man die Verklebung wiederholt.

§ 201. **Verwendung.** Als Vorakt für die Bowman'sche Sondirung des Thränenschlauches am obern oder am untern Lide. Als Palliativmittel zur leichtern Entleerung des Thränensackes bei beginnender Thränensackentzündung und zur Verhütung von Ektasie des Sackes. An dem unteren Lide bei fehlerhafter Lage des Thränenpunctes, wenn diese nicht bald oder gar nicht in die Norm gebracht werden kann, besonders bei Auswärtswendung desselben.

Ich habe unter anderen einen Chirurgen von jahrelangem Thränenträufeln, von dem sich keine andere Ursache auffinden liess, als dass links der untere Thränenpunct nicht in den Thränensee eintauchte und schon bei offenem Auge sichtbar war, durch den eben geschilderten Vorgang bleibend befreit.

Bei Verschluss oder bei Verstopfung des untern Thränenröhrchens. Die Verstopfung kommt selten vor und eher noch durch Pilzbildung als durch Kalkconcremente. Die Verwachsung ist manchmal die Folge von Verletzungen und dann unheilbar, falls sie nicht etwa nahe am Thränenpuncte liegt; öfters findet man sie auf den Thränenpunct beschränkt, nach Verbrühungen, namentlich aber nach *Blepharitis exulcerans* mit Auswärtskrämpung der *Conjunctiva tarsi* oder des Tarsus selbst. In letzterem Falle wie bei Ektropium überhaupt ist die Verwachsung manchmal nur eine scheinbare. Den Thränenpunct findet man bekanntlich im Verlaufe der innern Lidkante am Nasalende des Tarsus. Bei sorgfältigem Nachsuchen an dieser Stelle, allenfalls ein wenig vor- oder rückwärts davon, entdeckt man nicht selten noch ein Grübchen, welches das Eindringen mit einer konischen Sonde und deren weiteres Vorschieben gestattet. Ist der Thränenpunct nicht aufzufinden, oder ist das Röhrchen in seinem ersten Drittel (z. B. nach Durchreissung des Lides daselbst) undurchgängig, so schneide man (wie ich öfter gethan) den Lidrand auf circa 1,5 Mm. Tiefe quer ein; nach Stillung der Blutung ist es möglich, das quer durchschnittene Röhrchen an seinem Lumen oder an seiner lichten Umhüllung zu erkennen und dann nach obiger Vorschrift vorzugehen. Von der Verwachsung der Thränenröhrchen nächst ihrer Einmündung in den Thränensack wird bei Besprechung der Bowman'schen Sondirung die Rede sein.

Es ist überflüssig und meistens auch fruchtlos, das Thränenröhrchen weiter als bis zur Karunkel zu schlitzen. Von der Karunkel rück- und einwärts liegen nur etwa $^2/_5$ der ganzen Länge des Röhrchens. Während im Bereiche der ersten $^3/_5$ die Schleimhaut des Röhrchens der Conjunctiva so nahe liegt, dass nach der Schlitzung das Verwachsen beider mit einander bald erfolgt und somit das Offenbleiben der Rinne vom Thränenpuncte bis zur Karunkel leicht erreicht und gesichert werden kann, lässt sich auf Epithelüberkleidung der breiten Schnittflächen zwischen Bindehautsack und Thränenröhrchen ein- und rückwärts von der Karunkel nicht rechnen und noch viel weniger auf Verwachsung der betreffenden Schleimhautpartien unter einander. Zur Sondirung des Thränenschlauches genügt das Offenbleiben der ersten drei fünftel vollkommen und für die Fortleitung der Thränen ist nur die Verlegung der Oeffnung bis an den Rand der Karunkel nothwendig. In einem Falle von Verschluss des untern Röhrchens gelang es STREATFEILD[1]) mit einer hakenförmig gebogenen Sonde vom obern Thränenröhrchen, resp. vom Thränensacke aus in das untere Röhrchen einzudringen und dieses dann zu spalten.

Schlitzung der vordern Wand des Thränensackes (L. PETIT).

§ 202. Diese Operation ist wahrscheinlich zuerst von STAHL[2]) mit Hilfe einer durch das untere Thränenröhrchen eingeführten Darmsaite, dann von MONRO[3]) auf einer ebenso eingebrachten Hohlsonde geübt worden, gelangte jedoch erst durch JEAN LOUIS PETIT's[4]) einfacheres Verfahren zu ausgebreiteter Geltung.

1) Ophth. hosp. rep. — Ann. d'ocul. T. XLVI. 51.
2) Dissert. de fist. lacrym. Halae 1702.
3) Edinburg Essays 1734. Vol. III.
4) Mémoires de l'acad. des sciences. 1734 und 1740.

L. PETIT setzte an die Stelle der seit Jahrhunderten üblichen Zerstörung der vordern Wand des Thränensackes durch das Glüheisen oder durch Aetzmittel die schnitt- oder stichweise Eröffnung des Thränensackes unterhalb des *Ligam. kanthi internum* und bahnte dadurch den Weg zu zahlreichen Encheiresen, welche im Folgenden besprochen werden sollen. Durch mehr als hundert Jahre bildete diese Eröffnung die Grundlage der meisten gegen Thränenschlauchleiden überhaupt eingeleiteten Heilversuche (bis auf BOWMAN 1857) und noch gegenwärtig ist sie für gewisse Fälle unentbehrlich. POUTEAU's Verfahren [1]), den Einstich von der Conjunctiva aus (zwischen der Karunkel und dem untern Lide) zu machen, hat niemals rechten Anklang gefunden.

§ 203. **Operation.** Als Marken für den Einstich wurden einerseits die in der Regel leicht fühlbare Leiste des Oberkieferknochens, welche vor der Thränensackgrube aufsteigt, andrerseits die Sehne des *M. orbic. palp. (Ligam. kanthi internum)* bezeichnet, welche man durch Anziehen der äussern Commissur gegen die Schläfe deutlich hervortreten machen kann. Der Rücken des knapp unter dem Lidbande angesetzten Spitzbistouri soll nach innen-oben, die Schneide nach unten-aussen gerichtet sein. Die Neigung des Messers zur Antlitzfläche wurde als nach hinten-unten gehend bezeichnet. Beim Vorhandensein einer Fistel sollte man diese durch Spaltung erweitern.

L. PETIT machte in der ersten Zeit einen halbmondförmigen Schnitt unter dem Lidbande, mit der Convexität gegen die Knochenleiste; später eröffnete er stichweise mit einem Spitzbistouri, das an der einen Fläche eine tiefe Furche hatte, um nach erfolgtem Einstiche sofort in dieser Furche eine Leitungssonde einzuführen. Die Vorschriften über den Modus der Eröffnung sind sehr zahlreich; die Polemik darüber ist heutzutage wohl nutzlos.

Ich habe im A. f. O. I. b. 156 folgenden Vorgang empfohlen. »Die Richtung des Thränenschlauches und die Lage der vordern-äussern Wand des Thränensackes variiren bei verschiedener Gesichtsbildung so, dass bei der Eröffnung und Sondirung darauf Rücksicht genommen werden muss. Die Abdachung der vordern-äussern Wand des Thränensackes von der Oberkieferleiste zum Thränenbeinkamme ist steiler bei hohem, flacher bei niedrigem Nasenrücken.« »Um den Thränensack stets sicher zu eröffnen, spanne man das innere Augenlidband dadurch an, dass man die äussere Commissur stark nach aussen und etwas aufwärts anzieht und das Bistouri in einer Ebene führt, welche ich die Operationsebene zu nennen pflege. Diese verläuft durch den Halbirungspunct des innern Augenlidbandes und einer geraden Linie (Sonde), welche man sich von der Spitze der Nase bis zum Orbitalrande nächst der äussern Commissur gelegt denke, so dass sie auf dieser letzteren Linie senkrecht steht. Das Messer wird mit der Spitze knapp unter der Mitte des Lidbandes angesetzt und 4—5 Mm. tief eingesenkt, dann ohne die Operationsebene zu verlassen mit dem Hefte gegen den obersten Theil der Nasenwurzel bewegt, bis der Rücken derselben nahezu an der Cutis daselbst anliegt, und nun 5—7 Mm. abwärts gestossen, um eine 5—7 Mm. lange Hautwunde zu erhalten. Will man die Wunde grösser haben, so bewirke man dies durch Senkung des Heftes beim Zurückziehen, nicht durch tieferes Hineinstossen.«

---

1) Mélanges de Chirurgie. Lyon 1760 und Oeuvres posth. T. III. Paris 1783.

Bei diesem Vorgange wird das Messer jedesmal senkrecht auf die vordere-äussere Wand des Thränensackes aufgesetzt, und zwar gerade in der Mitte; es gleitet demnach weder nach aussen noch nach innen ab, noch streicht es vor dem Sacke abwärts, ohne eingedrungen zu sein. Der Schnitt verläuft überdiess in der Richtung der Muskelfasern, durchschneidet dieselben nicht in querer Richtuug. »Will man das Augenlidband durchschneiden, um den Thränensack in seiner ganzen Länge aufzuschlitzen, so geschieht diess von der eben gesetzten Wunde aus mit einer geraden Scheere am sichersten. (Zur Verödung des Thränensackes.) Würde das Messer ohne Anspannung des Lidbandes oder würde es nicht knapp, sondern einige Millimeter unterhalb des Lidbandes eingesenkt, so könnte es leicht die vordere Wand an die hintere drängen und dann nicht nur jene, sondern auch diese durchtrennen. Wird das Messer gleich in der Richtung an die Cutis gesetzt, in welcher es nach Durchbohrung der vordern Wand abwärts dringen soll, so kann es leicht geschehen, dass man diese Wand zu tief unten durchbohrt oder dass man gar nicht in den Sack eindringt, sondern nur in den Raum zwischen Thränensack und Orbitalrand.«

Bei pathologischen Zuständen mit Hervortreibung der vordern Wand des Thränensackes ist die Eröffnung desselben leicht, sobald man sich über die Lage des Lidbandes orientirt hat. Nicht nur dieses Band, auch die Leiste des Oberkieferknochens kann sehr beträchtlich verdrängt sein (durch den ausgedehnten Thränensack).

§ 204. **Verwendung.** Diese kleine Operation ist am häufigsten angewendet worden und wird von manchen Fachgenossen wohl auch jetzt noch mit Vorliebe angewendet als Vorakt zur Einführung von Sonden, Bougien, Bleinägeln etc. Sie ist nothwendig, wenn es sich um Entfernung eines Polypen, eines Dakryolithen aus dem Thränensacke handelt, und ebenso wenn der Thränensack verödet werden soll. Sie ist endlich bei *Dakryocystitis (acuta)* das beste Mittel, den im Thränensacke angesammelten Eiter zu entleeren und so den Kranken von den heftigen Schmerzen zu befreien und überdies ausgedehnter Zerstörung oder Unterminirung der Haut, hässlichen Narben, langwierigen Fisteln vorzubeugen.

Mit äusserst seltenen Ausnahmen ist die vordere Wand unterhalb des Lidbandes der Sitz der Infiltration und Eiterung, welche meistens in wenig Tagen zum Durchbruche durch die davor gelegene Muskelschicht und Haut führt. Ausnahmsweise wird die Cutis erst an einer entfernteren Stelle durchbrochen. Sobald die Anwesenheit eines Eiterheerdes constatirt ist, schreite man zur Punction unterhalb der Mitte des Lidbandes in der Länge eines Centimeters oder etwas darüber. Ganz bis gegen die hintere Wand vorzudringen, wäre überflüssig. Nach Entleerung des Eiters durch allmählich verstärkten Druck lege man eine Charpiewieke ein, schiebe diese jedoch nicht bis zur hintern Wand des Thränensackes vor. Ausspritzen könnte leicht Wasser in erweichte oder unterminirte Stellen treiben und ist überflüssig. So lange entzündliche Erweichung der Schleimhaut angenommen werden kann, ist es auch besser, sich des Sondirens zu enthalten. Das Verfahren nach dem Schwinden der Entzündungsgeschwulst an der Cutis hängt dann davon ab, ob man sich für die Petit'sche oder für die Bowman'sche Methode entscheidet, falls nicht etwa der Thränennasengang schon bei dieser einfachen Behandlung durchgängig geworden sein sollte.

Katheterismus der Thränenwege.

§ 205. Sonden, Bougien, Spritzen und dgl. sind von drei verschiedenen Stellen aus in die Thränenwege eingeführt worden, zu dem Zwecke, die Durch-

gängigkeit durch mechanisch oder durch pharmaceutisch wirkende Mittel wieder herzustellen.

Anel [1]) war der erste, welchen die anatomischen und physiologischen Kenntnisse seines Zeitalters auf die Idee brachten, die Fortleitung der Thränen dadurch wieder herzustellen, dass er eine goldene Sonde von der Dicke einer Schweinborste, vorn mit einem olivenförmigen Knöpfchen versehen, vom Thränenpuncte aus in das obere Röhrchen und weiter durch den Sack und Nasengang bis in die Nase vorschob und hierauf mittelst seiner noch heute üblichen Spritze (T. II, Fig. 19) vom untern Thränenröhrchen aus adstringirende Flüssigkeiten in den Sack einbrachte.

Laforest [2]) schlug den entgegengesetzten Weg, von der Nasenmündung her, ein, während

J. L. Petit's Verfahren, eine Fistel- oder eine Stichöffnung an der vordern Wand des Thränensackes zur Einführung mechanisch oder medicamentös wirkender Stoffe zu benutzen, mehr und mehr in Schwung kam und erst durch die Bowman'sche Methode wieder zurück gedrängt wurde.

Die Ausführung des Katheterismus, selbst in der einfachsten Form, der Einführung von Sonden nach Petit, gehört zu den delicatesten und schwierigsten Acten der ophthalmiatrischen Technik, weil man hier nicht bloss mit pathologischen Veränderungen, sondern auch mit individuellen anatomischen Verschiedenheiten des Lumens, der Länge und der Richtung der Thränenwege zu rechnen hat, die sich oft nur annähernd erkennen lassen. Zur Orientirung in topographisch-anatomischer Beziehung kann folgendes benutzt werden.

Der Thränenschlauch [3]) weicht von seiner Hauptrichtung in zweifacher Richtung ab. [4]) Die Ausmündung in den untern Nasengang, in manchen Fällen rund oder oval und dann nahe unter der Basis der untern Nasenmuschel gelegen, in andern eng, mehr schlitzförmig und weiter unten die Nasenschleimhaut schräg durchbohrend, liegt durchschnittlich 2 Cm. hinter dem hintern Rande des Nasenloches. Eine genauere Bestimmung der Declination nach hinten konnte bisher nicht ermittelt werden. Die seitliche Declination dagegen lässt sich ziemlich sicher bestimmen. Wenn der Abstand der Nasenflügel von einander da, wo sie an die Wangenhaut stossen, gleich ist dem Abstande der Mittelpuncte der beiden inneren Augenlidbänder, so besteht keine seitliche Declination. Ist, wie gewöhnlich, der erste Abstand grösser als der letztere, so beträgt die seitliche Declination die Hälfte dieser Differenz. Ausnahmsweise sind die Nasenflügel so an einander gerückt, dass ihr Abstand an der Basis kleiner ist, als der Abstand der Mittelpuncte der Lidbänder; dann ist die seitliche Declination negativ. Durch Anlegen einer geraden Sonde, unten an die Basis des Nasenflügels, oben an die Mitte des Lidbandes, lässt sich die seitliche Declination also leicht ermitteln.

Das Verfahren von Anel konnte theils wegen der Schwierigkeit, es richtig auszuführen, theils wegen der Seltenheit der Fälle, in denen sich ein Nutzen davon erwarten liess, nie zu grosser Aufnahme gelangen, obwohl es später wieder von Demours [5]) und von Travers [6]) sehr empfohlen worden war. Diess gelang erst der Modification von Bowman.

---

1) Nouv. méth. de guérir les fist. lacrym. Turin 1713.

2) Nouv. méth. de traiter les mal. du sac lacrym., Mémoires de l'acad. de Chir. T. II. 1776.

3) Orbital-, Maxillar- und Nasal-Theil nach Hasner — Beiträge zur Physiol. und Path. des Thränenableitungsapparates. Prag 1850.

4) Arlt, A. f. O. XIV. c. 267.

5) Traité des mal. des yeux. Paris 1818.

6) Synopsis of the diseases of the Eye. London 1820.

§ 206. **Vorgang** nach Bowman.[1]) Die hierzu nöthigen Sonden (T. II, Fig. 13) sind walzenförmig, etwas über 5 Cm. lang und in 6 Abstufungen verschieden dick; Nr. 1 gleicht einer dicken Schweinborste, Nr. 6 hat einen Durchmesser von 1,5 Mm. Je zwei Nummern sind durch eine nicht ganz 2 Cm. lange und halb so breite Platte, worauf die Sondennummern notirt sind, mit einander verbunden.

Nach Tags vorher vorgenommener Schlitzung des untern Röhrchens spannt man das Lid nach aussen-unten an und streift mit der Sonde Nr. 1 oder 2 vom Thränenpuncte aus bis zur Basis der Karunkel, um die Verklebung zu trennen. Dann führt man das freie Ende der mässig (gegen die Platte) gebogenen Sonde an der vordern-untern Wand des Röhrchens ein-, auf- und rückwärts, um in die Kuppel des Thränensackes und zwar bis an dessen innere (harte) Wand zu gelangen. Begünstigt wird die richtige Führung durch das gewöhnlich von selbst erfolgende Aufwärtsrollen des Bulbus, erschwert durch Zukneipen der Lider. Erst wenn man fühlt, dass man am Thränenbeine steht, ist es zulässig, die Sonde zu stürzen, d. h. aus der genannten Richtung in die des Thränenschlauches zu bringen. Stürzt man sie früher, so bleibt man mit der Spitze im Röhrchen oder doch in der Falte an seiner Mündung und kann nicht weiter, oder man durchbohrt dann die Wand des Röhrchens und läuft dann wohl auch Gefahr, an der Aussenwand des Sackes vorzudringen. Wenn man beim Vorschieben gegen die Kuppel nicht schliesslich auf das dünn überhäutete Thränenbein stösst, wenn bei wechselndem Rück- und Vorwärtsbewegen der Sonde sich die Cutis in Fältchen legt (vorausgesetzt, dass man dabei mit der Spannung schon etwas nachgelassen und dass man nicht eine zu dicke Sonde gewählt hat), so hat man Ursache anzunehmen, dass man mit dem Ende der Sonde noch im Röhrchen stecke. Manchmal muss man zuletzt unter straffer Anspannung etwas mehr vor- oder aufwärts, manchmal etwas mehr rück- oder abwärts gehen. Auch beim Beginn des dritten Momentes (Abwärtsschiebens der Sonde) darf die Haut vor dem Thränensacke nicht ein- resp. rückwärts gezogen werden.

Bevor man die Sonde stürzt, muss die Anspannung des Röhrchens aufgelassen werden. Der Kranke werde angewiesen, den Blick aufwärts zu richten, denn ein Lidschlag im Momente der Wendung kann bewirken, dass das Sondenende, auf der innern (medialen) Wand fussend, von diesem Ruhe- oder Stützpuncte abgeschoben und an eine falsche Stelle gedrängt werde. Die Platte der Bowman'schen Sonde beschreibt bei dieser Wendung einen Bogen von wenig mehr als 90 Graden. Die Sonde kommt nach vollendeter Wendung in die Gegend der *Incisura supraorbitalis*. Während der Wendung kehrt die Sonde ihre Convexität nach hinten und streicht mehr weniger nahe am Bulbus vorbei. Nach vollendeter Wendung steht die Sonde noch nicht in der Richtungslinie des Canales, sondern noch etwas schläfenwärts davon. Hat man sich bei der Bestimmung der seitlichen Declination den Punct markirt, wo die von der Nasogenalfurche aus über die Mitte des Lidbandes angelegte Sonde den *Margo supraorbitalis* treffen würde, so hat man den Punct gegeben, der das Streichen der Richtungslinie eben bezeichnet.

---

1) Ophth. Hosp. Rep. 1857. Oct.

Im dritten Momente muss der Widerstand, den der ungeschlitzte Theil des Thränenröhrchens gegen die Einstellung in die Richtungslinie verursacht, in der Weise überwunden werden, dass man mit dem Sondenende weder von der innern Wand abweicht, noch dass man dasselbe an diese andrängt oder gar in sie einstösst. Die Sonde muss daher mit Daumen, Mittel- und Zeigefinger fest gehalten und in dem Momente, wo man die Mündung des Sackes passiren will, so zu sagen frei in die Richtungslinie des Canales gebracht werden. Die führende Hand muss demnach die Abweichung des Sondenendes sowohl nach innen als nach hinten, wozu der ungeschlitzte Theil des Thränenröhrchens drängt, zu verhüten suchen. Bei tiefer Lage des Sackes relativ zum Augenbrauenbogen muss die Sonde knapp an diesem angelegt, muss mitunter die Augenbraue mit der Hand emporgezogen werden, besonders wenn der Kranke die Augenbraue herabdrängt. Im Allgemeinen sondirt man mit wenig gekrümmten Sonden leichter; doch bei stark vorspringendem Augenbrauenbogen ist man genöthigt, der Sonde eine etwas stärkere Krümmung zu geben. Die Lage, welche man der Platte relativ zur Antlitzfläche zu geben hat, hängt von der seitlichen Declination des Thränenschlauches ab. Wo diese gleich 0 ist, muss die Platte gerade nach vorn sehen. Je stärker die seitliche Declination, desto stärker die Ablenkung der Plattenfläche nach aussen. Bei diesem Stande der Platte geht das freie Sondenende um so mehr auswärts, je stärker die Sonde gekrümmt ist. Unter Berücksichtigung der Declination zur Seite und nach hinten führe man die Sonde gleichsam tastend abwärts, bei einem harten oder elastischen Widerstande die Sonde etwas zurückziehend, allenfalls etwas drehend, und dann ohne Gewalt wieder vorwärts. Kommt man nicht durch, so verschiebe man die Wiederholung auf einen der folgenden Tage. Man kommt mitunter erst beim 8. oder 10. Versuche zum Ziele. Manchmal kommt man mit Nr. 3 leichter durch, als mit Nr. 2. Es scheint, dass in manchen Fällen nach Schlitzung des Röhrchens und nach öfters wiederholter Entleerung des Sackes durch Ausdrücken eine Abschwellung der Schleimhaut des Schlauches binnen wenig Tagen erfolge.

Schon Martini (§ 209) hat, gestützt auf Rosenmüller's Angaben über die Anatomie des Thränenschlauches und auf Erfahrungen an Kranken (pag. 161, editio Radius) den Rath gegeben, in solchen Fällen den Katheterismus nicht zu forciren, sondern einige Tage unter Einbringung einer Sublimatlösung mit Opiumtinctur (Aqua Conradi) oder von Lapis divinus verstreichen zu lassen, bis Abschwellung der Schleimhaut erfolgt, worauf die Sonde leichter den normalen Weg passirt. Der Umstand, dass man an einer Stelle mit der Sonde nicht vorwärts kommt, berechtigt an sich noch nicht zur Annahme einer Verwachsung der Wandungen daselbst.

Von dem Hinabgedrungensein des Sondenendes bis in den untern Nasengang könnte man sich durch das Eingehen mit einer hakenförmig gekrümmten Sonde in den untern Nasengang überzeugen; es genügt aber und erspart dem Kranken Belästigung, wenn man beim Bestimmen der seitlichen Declination zugleich die Länge des Thränenschlauches bestimmt. Sie ist gleich dem Abstande des innern Lidbandes von dem untern Rande des Nasenflügels.

Die Sonde bleibt 10—20 Minuten lang liegen. Dann werde sie bei fixirtem Kopfe behutsam herausgezogen, damit man die Schleimhaut nicht ver-

letze. Blutet der Kranke aus der Nase, so hat man die Schleimhaut irgendwo abgestreift, eingerissen oder gesprengt. Dann werde das Sondiren einige Tage ausgesetzt und mit einer andern Sonde wiederholt. Kommt man beim Sondiren auf entblössten Knochen, nachdem man selbst oder nachdem ein Anderer sondirt hat, so soll man nicht bloss längere Zeit mit dem Sondiren aussetzen, sondern auch womöglich die frühere Eingangstelle aufgeben, d. h. das andere Röhrchen schlitzen oder zur Petit'schen Methode übergehen.

Die Sondeneinführung wird anfangs täglich, dann jeden zweiten Tag, endlich in grösseren Pausen wiederholt, bis das Thränenträufeln aufhört. Unter 2—3 Monaten wird man selten einmal fertig, wenn man sich vor Recidiven einigermassen sicher stellen will. Auch ist es gerathen, dass der Kranke, sobald sich wieder Thränenträufeln einstellt, ohne Säumen wieder die Sonde einführt, falls er damit umzugehen gelernt hat.

Das Uebergehen von dünneren zu dickeren Sonden (Nr. 4 höchstens 5) ist räthlich, wenn auch vielleicht nicht geradezu nothwendig. Mit Bowman Nr. 5 kann es schon geschehen, dass man den ungeschlitzten Theil des Röhrchens sprengt, namentlich beim Stürzen, oder dass man, selbst bei richtiger Führung, die Schleimhaut zu Ende des Sackes oder zu Ende des Nasaltheiles sprengt oder abstreift. Relativ zu dicke Sonden erfordern zum Herausziehen etwas mehr Gewalt als zum Einführen. Dies beruht nicht auf Krampf (Ad. Schmidt), sondern auf Anschwellung der Schleimhaut (Martini). Wahrscheinlich folgt auf die übermässige Compression der Schleimhaut im Maxillartheile beträchtliche Hyperämie und Schwellung, und dürfte dadurch der angestrebte Zweck des forcirten Katheterismus sehr leicht vereitelt werden.

§ 207. **Leistung, Verwendung.** Die Behandlung nach Bowman (Schlitzung des untern oder des obern Röhrchens und mehrwöchentliche Einführung von Sonden) entspricht ihrer Aufgabe, den Thränennasengang durchgängig zu machen, in der einfachsten Weise, sobald die Undurchgängigkeit weder durch Compression z. B. Nasenpolypen, Knochenauftreibung oder dgl., noch durch Obliteration (nach Ozaena, Lupus, Verletzungen) bedingt ist, und sofern nicht ein Fortdauern oder Wiederkehren chronischer Schleimhautentzündung in der Nase und in deren Nebenhöhlen durch Allgemeinleiden oder durch ungünstige äussere Verhältnisse bedingt wird. Sie gewährt uns nicht nur in weniger lästiger, sondern auch in mindestens eben so sicherer Weise als alle anderen Methoden die Beseitigung eines der häufigsten Hindernisse der Thränenfortleitung, nämlich der durch Wulstung oder durch Stricturen im Thränennasengange behinderten oder aufgehobenen Durchgängigkeit desselben. Wer von ihr etwas anderes erwartet, wird sich eben so getäuscht sehen, als der, welcher sie nicht mit der nöthigen Vorsicht übt oder bleibenden Erfolg schon nach 2—3 Wochen erwartet.

Die Kranken entschliessen sich zu diesem wenig schmerzhaften, namentlich aber ohne alle Entstellung ausführbaren Vorgange leicht und bei chronisch katarrhalischer Entzündung im Thränenschlauche schon in früher Zeit, bevor es noch zu auffälliger Ausdehnung des Thränensackes gekommen ist. Seit Bowman ist uns diese nach längerem Bestande nicht selten unheilbare oder doch nur

durch Verödung des Thränensackes beseitigbare Krankheit schon in einem Stadium zugängig geworden, in welchem andere Methoden refusirt zu werden pflegen.

Sie gewährt uns nicht nur die Wiederherstellung der normalen Function, sondern auch die Sicherung des Erfolges bei verständigen Kranken dadurch, dass sie uns für den Fall eines Recidives den Weg für die Sonde offen lässt, während bei der Petit'schen Methode neuerdings eine Incision gemacht werden müsste. Chronisch-katarrhalische Entzündungen recidiviren aber bekanntlich überhaupt sehr leicht.

Sie überhebt uns endlich der Nothwendigkeit, eine vielleicht schon callös gewordene oder stark rückwärts gezogene Oeffnung an der vordern Wand zum Schliessen zu bringen, was oft sehr schwer, mindestens sehr schmerzhaft ist. (Vergl. § 209.)

Beim Vorfinden einer Thränensackfistel, welche nicht callös ist, bemerkt man sehr oft während der Bowman'schen Sondencur Zuheilen dieser Oeffnung ohne directe Behandlung derselben. Nur bei weit unter der Haut fortlaufenden Hohlgängen wird die Spaltung und Compression, und bei Callosität die Abtragung der Fistelränder nöthig.

Es kommt manchmal vor, dass man, wenn sich ein Operirter wegen eines Recidives nach längerem Weglassen der Sondeneinführung vorstellt, selbst mit N1 nicht mehr in den Thränensack gelangen kann. Die Ursache kann Verwachsung, aber auch blosse Stricturirung sein, veranlasst durch fehlerhafte Richtung bei der ersten Behandlung oder durch Anwendung zu dicker Sonden. Wenn nämlich eine Sonde den ungeschlitzten Theil des Röhrchens stramm ausfüllt und dann gestürzt wird, so reisst die Schleimhautfalte an der Ausmündung des Röhrchens ein oder man hat schon beim Vorschieben Epithel abgestreift. In den meisten Fällen waltet nur starke Verengerung ob, und man kann mit einer konischen Sonde, bei straffer Spannung des Röhrchens, unter leichtem Rotiren oder Drücken in den Sack kommen, ohne dass sich eine Spur von Blut zeigt. Gelänge das nicht, so kann man das zweite Röhrchen spalten, um von diesem aus die Sonde einzuführen.

Pagenstecher[1]) perforirte bei einer Patientin mit Obliteration beider Röhrchen (an der Einmündung in den Sack) mit der Sonde N1 den Verschluss des obern Röhrchens ohne sonderliche Gewalt, durchschnitt hierauf die Thränensackwand auf der weiter vorgeschobenen Sonde dicht unter der Karunkel mittelst der Scheere und erzielte eine bleibende Communication zwischen Bindehaut und Thränensack durch mehrwöchentliches Einführen einer Sonde. Nach 3 Monaten war der Erfolg noch unverändert.

Dr. Hays[2]) hat eine dünne cylindrische, oben hakenförmig umgebogene Sonde zur Einführung durch das ungeschlitzte untere Röhrchen empfohlen und beruft sich auf 20jährige günstige Erfahrung.

Walton[3]) und Williams[4]) legen nach Schlitzung des obern Röhrchens Stifte aus reinem Silber ein, letzterer jedoch solche von bedeutender Dicke. Diese Methode habe den Vorzug, dass die Stifte nicht täglich gewechselt werden müssen und dass man ihre Anwesenheit kaum bemerke. Green nimmt Blei- statt Silberdrähte und zwar von 1—2 Mm.

1) Klin. Beob. 1861.
2) Makenzie, Traité prat. par Warl. et Test. 1856. I. 395.
3) British medic. Journ. 1863. April.
4) Knapp's Archiv. I. a. 78.

Durchmesser und 45 Mm. Länge, wovon etwa 10 Mm. auf den Haken entfallen.[1] Sind die Angaben von Hays und Martini (§ 209) richtig — und ich zweifle nicht daran —, dann müssen auch ganz dünne Stifte dasselbe leisten, ohne durch ihre Schwere und durch Druck zu schaden, was bei Sonden von Bowman N 6 und darüber, wohl doch zu besorgen sein möchte. Williams schlitzt das obere Röhrchen mit der Scheere bis zum Sacke, diesen selbst nicht. Zum Passiren harter Stricturen bedient er sich silberner Sonden, welche vorn gegen 2 Mm. dick sind, dann rasch dicker werden, so dass sie 7—8 Mm. weit vom freien Ende bereits 5 Mm. im Durchmesser haben. (Beiläufig wie in F. 10 T. II.) »Der dicke Theil erfüllt den Kanal und hält den konischen Punct in der Achse des Ganges.« Mit solchen Sonden könne man eher Gewalt anwenden, ohne einen falschen Weg zu riskiren. Teale[2] schlitzt das untere Röhrchen in seiner ganzen Länge und benutzt Sonden, welche vorn mit einem olivenförmigen Knöpfchen versehen sind; die geknöpften Sonden sollen weniger Schmerz verursachen; das dickste Knöpfchen hat den doppelten Durchmesser von Bowm. N 6, das dünnste von Bowm. N 3.

§ 208. **Verfahren nach Weber** (Jäsche, Stilling). Die bedeutendste Modification hat die Bowman'sche Methode durch A. Weber[3]) erfahren. Er wählt stets das obere Röhrchen, schlitzt dasselbe mit seinem Sondenmesser (T. 1 F. 14) bis in den Thränensack und spaltet überdiess das Lidband von der Innenseite des Sackes aus subcutan, hauptsächlich um dickere Sonden und Bougien in den Schlauch einführen zu können, weil er meint, dass die Bowman'schen Sonden nicht die hinlängliche Dicke besitzen, um Stricturen des Thränenschlauches vollkommen zu beseitigen, und dass dieselben theils wegen ihrer cylindrischen Gestalt, theils wegen unzureichender Biegsamkeit sich den Wandungen des Kanales nicht nach Bedarf anschmiegen können. Dieser Anschauung entsprechend wählte er theils die niedrigsten Nummern der elastischen Harnröhrenbouchien mit Anschluss der Wachsbouchien, welche mit 1,5 Mm. bis 2 Mm. Durchmesser beginnend, nach kurzem bis auf 4 Mm. anschwellen, theils eine eigens construirte konische Sonde aus Silber (T. II. F. 9). Später pries er die von Critchett[4]) empfohlenen Sonden aus Laminaria digitata als das beste Dilatationsmittel an[5]), so dass er die Darmsaiten und Bougien ganz aufgab. »Lässt sich mit Sicherheit eine Strictur annehmen, welche die Anwendung von Sonden nothwendig macht, so führe ich mein gerades oder gekrümmtes, nicht über 2 Mm. breites Sondenmesser sogleich bis in den Sack ein, wende die Schneide des senkrecht aufgerichteten Messers nach vorn, und incidire unter sägenden Schnitten und unter gleichzeitigem Gegendruck von aussen die Einmündungsstelle des Röhrchens in den Sack; erst beim Ausziehen schlitze ich den äussern Theil desselben auf 3—4 Mm. Länge, die fernere, für die Einführung der dicksten Sonden nothwendige Erweiterung den Instrumenten selbst überlassend.«[6])

Ich habe die Weber'sche Grundidee nie theilen können, nämlich dass die Sonden und Bougien ausschliesslich oder doch vorzugsweise als Dilatatorien wirken. Was Weber von seinen dicken Sonden behauptet, versichern Andere nach dünnen Sonden (Anel, De-

1) Ann. d'ocul. LXIV. 84.
2) Med. Times and Gaz. Janv. 1860. — Ann. d'ocul. T. XLIV. 57.
3) A. f. O. VIII. a. 94.
4) Ann. d'ocul. T. LI.
5) Klin. Mon. 1865.
6) Klin. Mon. 1865. p. 110.

MOURS, TRAVERS, HAYS) oder Fäden (AD. SCHMIDT, MARTINI, SCHMALZ in Pirna) erhalten zu haben. Ein Blick auf die beigesetzten Abbildungen zweier Thränenschläuche und noch mehr die eigene Präparation durch Bloslegung und Spaltung der innern-hintern Wand des Thränenschlauches dürfte hinreichende Anhaltepuncte zur Beurtheilung der verschiedenen Dilatationsmittel bieten. Wenn eine Strictur im Nasaltheile vorkommt, so schützt weder das Bestreichen der Sonde an der Stelle, welche unterhalb der Strictur zu liegen kommt, mit Copalfirniss, noch die ausgiebige Spaltung des Lidbandes gegen die Gefahr der Schleimhautverletzung beim Herausziehen der vielleicht von 100 auf 165 gequollenen Sonde, weil das Lumen des Maxillartheiles nächst der Nasenmuschel mindestens noch einmal so gross zu sein pflegt, als knapp unter dem Thränensacke, und weil überdiess im Maxillartheile sehr oft tiefe Cryptae und dazwischen leistenförmige Vorsprünge vorzukommen pflegen. Die Hoffnung, die Schleimhaut des Thränenschlauches durch einen gleichmässig vertheilten Druck zur Norm zurückführen zu können, ist eine eitle, weil wir in keinem Falle die individuelle Beschaffenheit (nicht einmal der knöchernen Wand) zu beurtheilen im Stande sind. Die Heilung kann unter Anwendung quellender Sonden erzielt werden, aber sicherlich nicht durch die Quellung, durch die Compression. Auf jede transitorische starke Compression wird die bedeutend schwellbare Schleimhaut mit um so stärkerer Hyperämie und Schwellung antworten, je mehr sie zwischen Sonde und Knochen eingeklemmt war. Im Thränenschlauche handelt es sich übrigens nicht um das rasche Durchtreiben einer grösseren Flüssigkeitsmenge wie in der Harnröhre, sondern vielmehr um eine mehr continuirliche Abwärtsbewegung einer dünnen Schichte oder Säule von Flüssigkeit. Schwellung, Wulstung der Schleimhaut allein oder in Verbindung mit dicken Schleimmassen ist in den meisten Fällen die Ursache der Unterbrechung dieser continuirlichen Strömung, welche durch die Action des *M. orbicularis* beim Lidschlage in Gang gesetzt wird. Kaum im 20. Theile der Fälle

Fig. 17.

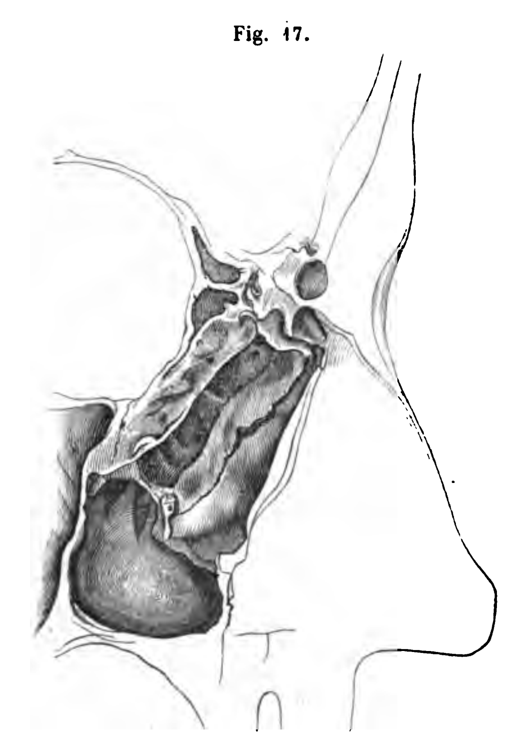
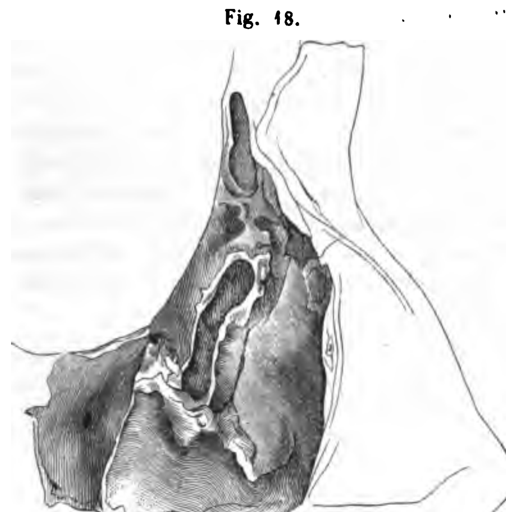


Fig. 18.



sind es Stricturen, Verengerungen durch Narben nach katarrhalischen Geschwüren oder nach Verletzungen (unrichtigem Sondiren), welche diese Strömung hemmen, und noch seltener Compression von aussen oder Verwachsung (Verödung) des Rohres nach ulcerösen Processen.

Es fällt auf, dass WEBER und mit ihm viele Andere auf den zweiten Factor der Strömung, auf die Action des Schliessmuskels, gar nicht Rücksicht nehmen, und doch dürften die Fälle, wo Insufficienz dieses Muskels (hauptsächlich wegen übermässiger Ausdehnung der häutigen Wand des Thränensackes) einen wesentlichen Antheil an der Hemmung der Fortleitung hat, ja mitunter sogar die einzige Ursache derselben ist (wie wir weiter unten bei *Hydrops* und *Hernia sacci lacrym.* sehen werden), wohl nahezu ein Viertel der inveterirten Krankheiten des Thränenschlauches bilden. Die Ursache des Nichterfolges bei richtiger Durchführung der Bowman'schen Methode liegt ganz gewiss sehr oft nicht in der ungenügenden Erweiterung des Thränenschlauches, sondern in der von der vorausgegangenen Schwellung und Wulstung (Verengerung) des Maxillar- oder Nasaltheiles gesetzten Ausdehnung des Orbitaltheiles und in der hiervon abhängigen relativen oder absoluten Insufficienz des *M. orbicularis* (Lidbandportion ARLT, *M. lacrym. anterior* HENKE). Schon BEER[1]) hat hierüber ganz richtige Ansichten ausgesprochen.

Für Fälle mit beträchtlicher Ausdehnung des Sackes, wogegen CRITCHETT[2]) öfteres Ausdrücken; permanenten Druckverband, Einspritzen stimulirender und adstringirender Flüssigkeiten, BOWMAN die Spaltung der vordern Wand mit Excision eines Theiles derselben empfohlen hat, räth WEBER zunächst die temporäre Ektropionirung der Thränenpuncte wenigstens des untern, um das weitere Eintreten von Thränen in den Sack zu verhindern, somit ein Zurückgehen zum normalen Lumen zu bewirken, weiterhin aber, wenn zugleich Verdickung und Wucherung der Schleimhaut damit verbunden ist (woran soll man diess erkennen?), die innere Sackwand nach ausgiebiger Schlitzung des obern Röhrchens mit Darmseiten zu ätzen, welche nach RAU[3]) von einer vollständig gesättigten Höllensteinlösung imprägnirt und wieder getrocknet und geglättet worden sind. Es ist möglich, aber nicht wahrscheinlich, mindestens nicht nachgewiesen, dass die Abhaltung der Thränenröhrchen hinreichen werde, die Wandungen des Sackes zur Norm zurückzuführen.

Die Sondirung vom obern Thränenröhrchen aus hat in zwei Puncten einen Vorzug. Die Einführung der Sonde ist insofern leichter, als man die Sonde nicht zu stürzen, sondern nur um einige Grade zu drehen hat. Nachdem man die Sonde unter straffer Anspannung des Röhrchens gegen die *Incisura supraorb.* längs der vordern-innern Wand desselben bis in den Sack geführt und mit der Anspannung nachgelassen hat, braucht man die Sonde (mit erst rückwärts, dann rück- und einwärts gerichteter Kehrseite der Platte) nur wenig mit der Platte medianwärts zu wenden, um sich in der Richtungslinie des Thränenschlauches zu befinden und um sofort abwärts zu dringen. WEBER empfiehlt, sich mit dem Sondenende an die hintere Wand zu halten; ich bin leichter in die Richtungslinie gekommen, wenn ich mich mit dem Sondenende an die vordere-innere Wand hielt. — Der zweite Punct ist der, dass die Obliteration des Röhrchens an seiner Mündung in den Sack, durch unrichtigen Vorgang beim Sondiren veranlasst, am obern Röhrchen nicht so nachtheilig ist, als am untern, weil dieses vorzugsweise die Fortleitung der Thränen vermittelt. Uebrigens ist die Sondirung des obern Röhrchens nicht leichter als die des untern, und kann dabei sowohl Verletzung des Röhrchens als der Schleimhaut im Schlauche ebenso leicht vorkommen, wenigstens habe ich beides bei einigen theils von mir, theils von Collegen Operirten beobachtet.

---

1) Augenkr. 1817. II. 155.
2) Klin. Mon. 1865. p. 105.
3) A. f. O. I. b. 161.

Die Einspritzungen von Argent. nitricum, Sulfas zinci u. dgl., welche besonders Wecker empfohlen hat, habe ich nach einigen Versuchen wieder aufgegeben. Von einer merklichen Beschleunigung der Heilung konnte ich eben nichts wahrnehmen.

Jäsche[1]), A. Weber[2]) und Stilling[3]) haben bei Stricturen im Thränennasengange und bei Atresie empfohlen, dieselben nach ausgiebiger Eröffnung des Sackes von einem der Röhrchen aus einzuschneiden oder zu durchstechen und sofort das Lumen des erweiterten oder wiederhergestellten Ganges durch Sonden, Bougien etc. sicher zu stellen. Die Substitution schneidender Instrumente für die früher üblichen Trokare dürfte kaum als Fortschritt zu bezeichnen sein. Es erinnert dieses Gebahren unwillkürlich an die fruchtlosen Bemühungen unserer Vorfahren, bei Symblepharon nach Trennung der verwachsenen Theile die Wiederverwachsung durch Einlegung fremder Körper bleibend hintanzuhalten oder bei Ek- resp. Entropium nach ausgiebigen Incisionen breite Narben zu erzielen. Der Erfolg ist transitorisch oder Heilung erfolgt trotz dieses Eingriffes auf eine andere Weise, gleichwie ich nach ausgiebiger Aetzung des gespaltenen Thränensackes mit Lapis behufs Atresie nicht diese, sondern normale Fortleitung der Thränen zu Stande kommen gesehen habe.

Das Verfahren von Méjean und Cabanis wird in § 210 besprochen werden, da hierbei die Mittel von der Nase aus applicirt wurden, wenngleich man auch die Thränenröhren dabei mit in Anspruch nahm.

§ 209. **Einführung mechanisch oder pharmaceutisch wirkender Mittel nach Eröffnung der vordern Wand des Thränensackes.** Die hierher gehörenden Methoden haben wohl nur mehr historische Bedeutung, haben uns aber manche nützliche Andeutung gegeben.

J. L. Petit (§ 205) stopfte mit Hilfe einer gefurchten und einer gewöhnlichen Sonde eine konische Bougie, oben mit einem Faden zum Zurückziehen am andern Tage versehen, von oben in den Thränennasengang.

Desault[4]) schob über einer dünnen Sonde ein silbernes Röhrchen bis durch das untere Ende des Thränennasenganges; durch dieses Röhrchen drängte er einen längern Faden bis in den untern Nasengang und liess dessen Enden durch Schneuzen zu Tage fördern; dann befestigte er Charpie- oder Baumwollfäden, nach und nach mehrere, und zog sie, nach Entfernung des Röhrchens und nach Befestigung eines Fadens zum Zurückziehen an ihrem untern Ende in den Nasengang hinauf. Giraud[5]) führte durch ein ebenso eingeführtes Röhrchen eine dünne Spiralfeder, welche an einem Ende ein Knöpfchen, an dem andern eine Oese besass. Das Knöpfchen drang beim Nasenloche heraus, ein Faden, in der Oese befestigt, wurde eingezogen, die Canüle entfernt. Mittelst des Fadens konnten nun Meschen verschiedener Dicke von unten nach oben eingezogen und gleichfalls täglich erneuert werden. Chelius[6]) bezeichnete es als einen Fortschritt, dass Ph. v. Walther[7]) gerathen hatte, die Fadenschnur nur bis an, nicht aber bis in den Thränensack hinauf zu ziehen. Walther[8]) bezeichnet 3 Monate als die kürzeste Frist für seine Behandlung mit dem Seton nach Giraud.

1) A. f. O. X. b. 170.
2) Klin. Mon.
3) Heilung der Verengerung der Thränenwege. Cassel 1868. — Ann. d'ocul. LIX. 224.
4) Chir. Nachlass. II. B.
5) Himly und Schmidt ophthalm. Bibl. II. B. 2. St.
6) Handb. Stuttgart 1839. II.
7) De polypo et fist. sacci lacr. Bonnae 1822 in Radius scr. ophth. min. Vol. II. 110.
8) Lehre von den Augenkr. 1849. I. 428.

Darmsaiten, besonders durch A. G. RICHTER[1]) in Aufnahme gebracht, wurden in doppelter Weise verwendet, nachdem man sich durch eine Sonde von der Möglichkeit ihrer Application überzeugt hatte. Gute romanische Violinsaiten (E, A, D) werden etwas befeuchtet an dem einen Ende befestigt, an dem andern mit einem Gewicht belastet, bis sie gut getrocknet sind. Ein Stück, 7—8 Mm. länger als der Thränenschlauch, wird an dem einen Ende gut abgerundet und etwas benetzt, 7—8 Mm. vor dem andern Ende etwas eingekerbt und hakenförmig umgebogen, dann bis in den untern Nasengang vorgeschoben und mit dem umgebogenen Theile oben an der Gutis vor dem Sacke durch ein Pflaster befestigt. Die Saite wurde täglich durch eine neue (allmählich durch dickere) ersetzt, nachdem man laues Wasser hatte aufschnauben lassen, um die von der Nasenhöhle aus anhaftenden Krusten zu erweichen.[2]) — Die andere Verwendung bestand darin, dass man von einem wohl 1 Meter langen (aufgewundenen und oberhalb der Stirn befestigten) Stücke einen Theil bis in den Thränenschlauch einführte und allmählich so viel nachschob, dass der Kranke nach Erweichung des im untern Nasengange befindlichen Stückes dasselbe durch Schnauben hervortreiben konnte. Das untere Ende wurde nun neben der Nase angeklebt, und täglich wurde ein Stück weiter nachgezogen, dasselbe allenfalls auch vorher mit Arzneistoffen bestrichen.[3]) RAU in Bern[4]) benutzte Darmsaiten als Aetzmittelträger, indem er salpetersaures Silberoxyd zum Ueberziehen derselben verwendete.

Seidene Fäden, zu 2—6 und mehreren neben einander, wurden von AD. SCHMIDT[5]) mittelst einer Méjean'schen Sonde (§ 210) und eines Cabanis'schen Sondenfängers in ähnlicher Weise eingeleitet und täglich um ein Stück weiter gezogen (durch mindestens 3—4 Monate).

In einfacherer Weise wurde von SCHMALZ in Pirna[6]) ein doppelter Seidenfaden und von J. N. FISCHER[7]) eine Schnur aus gedrillter Seide mittelst einer spannenlangen Darmsaite von der Stirn her eingezogen. Die in eine Oese endende Schnur, auf einem Stück Kartenpapier aufgewickelt, wurde dadurch mit der Darmsaite (T. II. F. 14) fest verbunden, dass man die Enden eines durch die Oese geführten festen Fadens mit einer Nadel durch das eine Ende der Saite mehrmals durchführte und dann knapp abschnitt. Die Saite mit der Fadenschlinge wurde nun mit Wachs bestrichen und gut geglättet, dann mit dem gut abgerundeten Ende so tief bis in den untern Nasengang vorgeschoben, dass dasselbe nach einer Weile durch Schnauben oder mit einer nöthigenfalls hakenförmig umgebogenen Knopfsonde vor die Nasenöffnung gebracht werden konnte. Eine Charpiewieke, neben dem Faden oder neben der Schnur oben eingelegt, schützte vor frühzeitiger Verengerung der Hautöffnung, so dass man täglich beim Nachziehen eines frischen Stückes daneben adstringirende Flüssigkeiten einspritzen konnte. Die lockere Seidenschnur wurde überdiess an dem nachzuziehenden Stücke mit Salben von weissem Präcipitat, Argentum nitricum u. dgl. imprägnirt.

MARTINI[8]) bemerkt ausdrücklich, »dass der Seidenfaden nicht durch Druck wirke, wie die Saiten, Sonden, Wieken und dgl., sondern durch einen eigenthümlichen beständigen Reiz der kranken Theile.« Statt dieses vieldeutigen Ausdruckes hätte er richtiger gesagt: durch die Vermittlung einer continuirlichen Flüssigkeitsströmung zwischen dem Faden und den Wandungen des Kanales. Denn auch für die Bleidrähte

---

1) Wundarzneik. Göttingen 1789.
2) FISCHER, Klin. Unterricht. Prag 1832. p. 338 und REISINGER, Bairische Annalen. 1824. I. p. 179.
3) BEER, Lehre von den Augenkr. Wien 1817. II. 170.
4) A. f. O. I. b. 161.
5) Krankh. der Thränenorgane. Wien 1803.
6) MARTINI, de fili sericei usu in viarum lacr. morbis, Lipsiae 1822 — Editio Radius.
7) Klin. Unt. p. 340.
8) RADIUS scr. ophth. min. Lipsiae 1828. Vol. II. p. 154.

und für die Silberröhrchen gibt es keine andere Erklärung; dass die Bowman'schen Sonden diese Strömung temporär vermitteln, welche durch Wiederholung und Summirung der Wirkung endlich zu einer continuirlichen wird, daran lässt sich heutzutage wohl nicht mehr zweifeln. MARTINI spricht sich entschieden gegen das Einführen mehrerer Fäden so wie auch gegen das Einlegen einer Wieke neben dem doppelten Faden aus. Den Weg für die Darmsaite bahnt er mit einer dünnen Sonde, welche unmittelbar vorher eingeführt wird. Wenn MARTINI seine Methode auch für Fälle wirklicher Atresie des Thränennasenganges empfiehlt, indem er nach gewaltsamer Durchbohrung derselben in der Richtung des normalen Ganges den doppelten Faden Monate lang tragen lässt, und wenn er diesen Vorgang auf Beobachtung bleibender Heilung stützt, so hat man bei der unzweifelhaften Glaubwürdigkeit dieses vielerfahrenen und gut unterrichteten Autors wohl daran zu denken, dass die lange Anwesenheit des Fadens in dem neugebildeten Gange zu allmählicher Ueberkleidung der Wundfläche mit Epithel und somit zu bleibender Wegsamkeit des Ganges führen könne. (Vergl. Symblepharon, Bleidraht § 168.)

Dünne Röhrchen von Gold oder Silber wurden von FOUBERT[1]), WATHEN[2]), PELLIER DE QUENGSY (Montpellier 1773) angewendet, gelangten aber erst durch DUPUYTREN's Autorität zu weit verbreitetem Gebrauche[3]). Sie wurden nach Spaltung der vordern Thränensackwand eingeführt, von DUPUYTREN wohl auch eingehämmert, und sollten die Thränen durch ihr Lumen leiten, nachdem sich die Wunde darüber geschlossen hatte. Das Lumen wurde indess meistens durch Schleim und durch Kalksalze verlegt, und wenn dann noch Fortleitung der Thränen stattfand, so geschah diese durch Strömung zwischen der Schleimhaut und dem Röhrchen. Mitunter senkten sich diese Röhrchen und fielen in den untern Nasengang; in andern Fällen mussten sie wegen heftiger Entzündung wieder entfernt werden oder sie wurden durch Eiterung ausgestossen. CARRON DU VILLARD[4]) hat diese Methode für immer gerichtet.

Cylinder von Blei, oben etwas gebogen und mit einer Platte versehen, daher gewöhnlich Bleinägel genannt, von WARE[5]), RICHTER, AD. SCHMIDT u. A. verwendet, kamen besonders durch SCARPA[6]) in Gebrauch. ROSAS[7]), J. N. FISCHER u. A. liessen sie gewöhnlich auf den Gebrauch der Darmsaiten folgen. Sie ruhen mittelst der breiten Platte auf der vordern Wand des Thränensacks und sinken mit der Zeit tiefer und tiefer ein. Denn an dem Boden der Nase können sie keine feste Stütze finden, weil sich diese zu ihrer Achse wie eine schiefe Ebene verhält, und weil sie durch den beständigen Druck das untere Ende der Mündung des Schlauches, ja selbst den Knochen allmählich rückwärts drängen. Auf diese Weise kann es leicht zur Atrophirung der Muskelschicht an der vordern Wand des Thränensackes und zur Verkleinerung dieses letztern kommen. Ueberdiess verwächst nach langem Tragen die oft trichterförmig eingezogene Cutis mit der Schleimhaut des Sackes, und man hat, selbst bei gut erhaltenem Lumen des Sackes grosse Mühe, die Fistel zum Schliessen zu bringen.

In CUNIER's Ann. d'ocul. T. II. 94 ist ein Fall von PETRI verzeichnet, wo nach dem (wahrscheinlich gewaltsamen) Einführen eines Scarpa'schen Bleinagels Trismus und trotz der Entfernung desselben Tod eingetreten ist.

---

1) Mém. de l'acad. de Chir. T. II.
2) A new and easy method of appling a tube for the cure of the fist. lacr. London 1782.
3) SABATIER, Médecine operat. Nouv. Edit. Paris 1822.
4) Pract. Handbuch, deutsch von Schnakenberg. 1840. I. 292.
5) Remarks on the fist. lacr. London 1792.
6) Saggio di osservazioni et esperienza sulle principali malattie degli occhi. Pavia 1816.
7) Handbuch. Wien 1830. III. 143.

§ 210. **Einführung mechanisch-pharmaceutisch wirkender Mittel von dem untern Nasengange aus.**

Laforest [1]) ging mit einer *S*förmig gekrümmten hohlen Sonde in die Nasenmündung des Thränenschlauches, um durch dieselbe Injectionen zu machen. Aber erst Gensoul in Lyon [2]) verschaffte diesem Verfahren einige Aufnahme durch die Angabe zweckmässig construirter Sonden und Röhren (T. II. F. 8). Näheres darüber in Deval's Chirurgie oculaire, Paris 1844 pag. 552. Bianchi hatte schon 1715 die Möglichkeit dieses Verfahrens zur Sprache gebracht. [3])

Méjean [4]) führte eine Sonde, etwas dicker als die Anel'sche, ohne Knöpfchen, dafür aber mit einem Oehr und mit einem Faden versehen, vom obern Thränenröhrchen aus in die Nase und zog mit Hilfe dieser Sonde, welche er mittelst einer gerieften Sonde aus der Nase herausbeförderte, den Faden unten hervor, um mittelst desselben einen Docht aus 4 — 6 Baumwollenfäden in den Thränenschlauch hinaufzuziehen. Der Docht konnte mit verschiedenen Arzneistoffen, z. B. Ung. basiliconis imprägnirt werden. Cabanis in Genua (ibid.) gab zum leichtern Herausziehen der Sonde aus der Nase einen eigenen Sondenfänger an (zwei durchlöcherte, gegen einander verschiebare schmale Platten) und leitete mittelst des Fadens ein biegsames, mit Seide umsponnenes Röhrchen ein, um durch dasselbe Einspritzungen zu machen.

Nicht viel besser als die eben angeführten Encheiresen war das Einführen von Röhren, Bougien, Aetzmitteln u. dgl., nachdem man den Thränensack eröffnet und von hier aus nach den in § 209 angeführten Methoden ein sogenanntes Leitseil zum Hinaufziehen eingeführt hatte.

§ 211. **Bahnung eines künstlichen Weges.** Verschluss des Maxillar- oder des Nasaltheiles (beider) durch Verwachsung der Wandungen mit einander ist gewiss viel öfter supponirt worden, wenn man eben mit der Sonde nicht passiren konnte, als sie in der That vorkommt. Wo nicht Verletzungen, Caries, Ozaena oder Lupus in der Nase vorausgegangen sind, hat man gewiss alle Ursache, an wirklicher, wenigstens an ausgebreiteter Atresie zu zweifeln.

Dünnhäutiger Verschluss, beim Sondiren elastisch anzufühlen, scheint manchmal auch nach wiederholter acuter Thränensackentzündung vorzukommen und zwar am Eingange in dem Maxillartheil. Nur in letzterem Falle, nämlich bei bloss häutiger Obturation lässt sich von der Durchbrechung mit einer trokarförmigen Sonde oder mit einem dünnen Messerchen und nachfolgendem Katheterismus, namentlich mit anhaltender Anwesenheit eines Fadens oder eines Bleidrahtes auf bleibende Wiederherstellung der Durchgängigkeit rechnen.

Die Durchbohrung ausgedehnter (cylindrischer) Verwachsungen ist eben so fruchtlos, wie die Anbahnung eines neuen Weges durch das Thränenbein oder nach der Highmorshöhle. Die Verödung des Thränensackes ist da entschieden vorzuziehen.

---

1) Nouv. méth. de traiter les mal. du sac lacr. in Mémoires de l'acad. de Chir. T. II. 175. 1739.

2) Lettre à M. Harveng 17. juillet 1828 in Archives génér. de médecine.

3) De ductibus lacrym. novis. Taurini 1715.

4) A. Louis, reflexions sur l'operat. de la fist. lacrym. in Mém. de l'Acad. de Chir. T. II. 1776.

Wer sich für die Literatur dieses uralten Verfahrens interessirt, findet dieselbe in HIMLY's Krankh. und Missb. d. A. 1843 I. 350 zusammengestellt. Es sei hier nur noch hinzugefügt, dass LAUGIER[1]) die Wand gegen die Highmorshöhle zur Durchbohrung vorgezogen hat. Da die Durchbohrung des Thränenbeins vor und zu BEER's Zeiten sehr im Schwunge war, so dürfen wir wohl dem Urtheile dieses vielerfahrenen sorgfältigen und verständigen Beobachters ein entscheidendes Gewicht beilegen.[2]) »Weder aus meiner eignen, noch aus fremder von mir beobachteter Praxis kann ich bis jetzt ein einziges Beispiel von einem erwünschten Erfolge dieser Operation aufstellen.« Dasselbe gilt wohl auch von GERDY's Rhinotomie lacrymale[3]), mittelst welcher durch zwei verticale parallele Schnitte (mit einem in den Schlauch eingeführten Spitzbistouri) ein vierseitiges Knochenstück aus der innern Wand ausgeschnitten werden sollte.[4])

§ 212. **Verödung des Thränensackes.** Um den Thränensack zu veröden, spalte man seine vordere Wand in der oben angegebenen Weise, abwärts bis knapp an den Orbitalrand, und durchschneide dieselbe dann auch noch mit einer Scheere, aufwärts, indem man ein Blatt hinter dem Lidbande bis in die Kuppel hinaufführt. Nach Stillung der Blutung fülle man die ganze Höhle dicht mit Charpie aus oder lege Pressschwamm ein, um am zweiten oder dritten Tage den Schlauch möglichst weit offen vor sich zu haben.

Will man sich des galvanokaustischen Apparates oder eines kleinen olivenförmigen, zum Weissglühen gebrachten Eisens bedienen, so soll diess in der Narkosis geschehen. Dabei muss die Umgebung vor der Hitze durch eine kleine gefensterte, in kaltes Wasser getauchte Compresse geschützt werden. Man berührt vorerst die Kuppel, um die Mündung der Röhrchen sicher zu verschorfen. Hierauf werden kalte Umschläge angewendet. Nach Abstossung des Schorfes wird man die Ausfüllung mit Granulationen nach den bekannten Regeln der Chirurgie überwachen und leiten. Die Anwendung des Glüheisens hat für die meisten Patienten etwas Abschreckendes; sie ist auch nicht ganz gefahrlos, wegen Einleitung von Entzündung und Eiterung in der Orbita.

Im Mittelalter nicht selten gegen hartnäckige Thränensackleiden überhaupt — unter dem allgemeinen Namen *Fistula lacrymalis* — und ohne vieles Bedenken geübt, dann durch die Leuchte der Anatomie zu Anfang des 18. Jahrhunderts mit Recht verbannt, wurde das Ausbrennen des Thränensackes durch Nannoni 1748 wieder zur Sprache gebracht und, man möchte fast sagen zur Schande der Mitte des 19. Jahrhunderts (1847) von DESMARRES und seinen Nachbetern zur allgemeinen Methode bei Thränensackfisteln erhoben.[5])

Minder sicher und minder schnell, doch weniger abschreckend ist die Verödung mit Aetzmitteln, wie sie BEER l. c. p. 180 im Allgemeinen empfohlen, in specie mit Lapis infernalis (BEER), Pasta Viennensis[6]), Chlorzink[7]) Schwefelsäure (ARLT). Pasten mit Kali causticum oder mit Chlorzink können

---

1) Archives génér. de méd. 1834 nach DEVAL, Chir. ocul.
2) BEER, Lehre v. d. A. 1817. II. 182.
3) Journ. des connaiss. méd. chir. 1836.
4) HIMLY, l. c. 353. REYBARD, de Lyon, Ann. d'ocul. T. XXVII. p. 70.
5) DESMARRES, du traitem. de la fist. lacrym. par la destruction du sac lacrym. au moyen du cautére actuel. Gaz. des Hôp. 1851, Juin und 1853. Nr. 67.
6) DESMARRES, Traité des malad. p. 891.
7) Pasta von CANGUOIN nach DUVAL, Gaz. des hôp. 1860. p. 218.

leicht zu tief einwirken. Will man Schwefelsäure mittelst eines Glasröhrchens einbringen, so müssen die Thränenröhrchen mit den Fingern oder mit Pincetten comprimirt werden. Man kann auch ihre Abschnürung mit einer Fadenschlinge vorausschicken. Am sichersten ist die Anwendung des Lapis infernalis; doch reicht man mit einmaliger Application nicht aus. Sobald der Aetzschorf nur etwas lose geworden ist, soll man ihn entfernen und durch nachdrückliche Wiederätzung ersetzen, und das wohl durch 8 Tage, überhaupt so lange, als noch mit Epithel überkleidete Schleimhautpartien, namentlich in der obern Hälfte vorhanden sind. STELLWAG [1]) legt besonderes Gewicht darauf, den ganzen Sack nachdrücklich zu touchiren, nach 48 Stunden den Schorf in toto herauszuziehen, und die möglichst rasche Aneinanderheilung der wunden Flächen durch einen entsprechenden Druckverband zu begünstigen, überdiess aber auch für Obliteration der Thränenröhrchen (vorher) durch blutige Umstechung oder Zusammenschnürung oder durch Aetzung nach vorausgegangener Schlitzung zu sorgen. Denn die Obliteration mit Lapis gelinge ausserordentlich schwer, so lange durch die Thränenröhrchen fort und fort Thränen eingepresst werden. PAGENSTECHER schlitzt das obere und untere Röhrchen bis zur förmlichen Blosslegung der äussern Wand des Thränensackes auf und bringt von hier aus Murias zinci in die Höhle, um Narbenbildung an der Cutis zu umgehen.

§ 213. **Verwendung.** Man hat die Verödung des Thränensacks vorgenommen, um an die Stelle eines grösseren Uebels (oft wiederkehrender Entzündung, Thränensackfistel, entstellender Geschwulst) ein kleineres, nämlich ein relativ geringes Thränenträufeln zu setzen.

DESMARRES und seine Anhänger behaupteten, nach vollständiger Verödung bleibe gar kein Thränenträufeln zurück. Er stützte diese Behauptung nicht sowohl auf frühere Beobachtungen [2]) als vielmehr auf zahlreiche Fälle, welche »nach jahrelanger Behandlung mit dem Skarpa'schen Nagel endlich mit Obliteration der obern Portion des Thränensackes genasen«. Wozu monate-, jahrelange Behandlung, wenn man dasselbe in wenigen Tagen erreichen kann? — Ganz gewiss sind aber sowohl rücksichtlich des Thränenträufelns als rücksichtlich der Supposition völliger Verödung sehr oft Täuschungen vorgekommen. Wo der eine meinte, er habe seinen Patienten durch Obliteration geheilt, fand der andere, dass Thränenträufeln mit Fortleitung bis in den höchstens theilweise obliterirten Sack statt hatte, oder man fand bei einer späteren Untersuchung sogar normale Fortleitung, weil der operative Eingriff nicht zur Verödung geführt hatte, sondern nebenbei zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit und zur normalen Function der Organe.

Die Verödung ist (unter Hinweisung auf die Möglichkeit des Zurückbleibens von etwas Thränenträufeln) zu beantragen: wenn ausgedehnte (cylindrische) Verwachsung im Thränennasengange als die Ursache chronischer Thränenschlauchentzündung mit oder ohne Fistelbildung nachgewiesen ist, oder wenn die vordere Wand des Thränensackes so ausgedehnt ist (bei Hernia, bei Hydrops), dass trotz vorhandener oder wiederhergestellter Durchgängigkeit des Thränennasenganges die Fortleitung wegen Dehnung oder Atrophie der über den Sack streichenden Muskelfasern nicht erfolgt. In manchen der letzteren Fälle kann die

---

1) Lehrbuch. 4. Aufl. 1870. p. 575.
2) VÉSIGNÉ, Essai sur la fist. lacr. Paris 1824, JÜNGKEN 2. Aufl. 1836. p. 672.

Verödung noch umgangen werden durch Excision einer Portion aus der vordern Wand des Thränensackes mit Schonung der Muskelfasern, wie AMMON[1] und BOWMAN gezeigt haben; in anderen führt das Aetzen der Innenfläche des Sackes mit Lapis infernalis zu concentrischer Contraction des Sackes und somit auch zur Restitution der Function des *M. orbicularis*. Wo diese Mittel nicht verfangen oder wegen enormer Ausdehnung (Haselnuss-Taubenei-gross) und wegen Verdrängung des Knochens in vorhinein nichts erwarten lassen, beantrage man die Verödung.

BEER[2]) betont den Einfluss des *M. orbicularis*, vor welchem manche Collegen der Jetztzeit so zu sagen die Augen verschliessen, mit folgenden Worten. »Der blennorrhoische Zustand des Thränensackes ist oft schon lange behoben und der rein herniöse Zustand dauert als wahre Folgekrankheit fort, wenn es dem Arzte nicht darum zu thun ist, durch zweckdienliche Mittel die verminderte Cohäsion in der vordern Wand, im Orbicularmuskel und in den allgemeinen Bedeckungen zur Zweckmässigkeit zurückzuführen, und dem Orbicularmuskel somit das Vermögen, auf die Entleerung des Thränensackes gehörig einwirken zu können, wieder zu geben; denn der im Thränensacke se- und excernirte mit den Thränen gemischte Schleim fliesst niemals ohne eine solche Potenz wie durch einen Weinschlauch seiner eigenen Schwere wegen gehörig in die Nase ab, wenn auch der Nasenkanal seinen normalen Durchmesser wirklich besitzt.«

Die von BERLIN wieder empfohlene Excision oder Exstirpation des Thränensackes[3]), welche nach ROSAS (III) bereits PLATNER (Leipzig 1724) vorgeschlagen hatte, ist in Fällen mit Knochenverdrängung äusserst schwierig, selbst unmöglich; ich habe sie nach einigen Versuchen wieder aufgegeben, weil die Blutung dabei sehr arg ausfallen kann. (Nähe der *Art.* und *Vena angularis.*)

TAVIGNOT's Vorschlag[4]) setzt voraus, dass der Thränensack verschrumpfe, wenn ihm die Zufuhr von Thränen abgeschnitten wird. Sind BEER's Beobachtungen (l. c. p. 179) richtig, so kann diese Operation durchaus nicht empfohlen werden.

§ 214. **Methodischer Druckverband.** Bei beginnender acuter Thränensackentzündung reicht bisweilen ein stramm angezogener Druckverband ganz allein aus, das Fortschreiten zu hindern. Vorläufiges Ausdrücken, mit oder ohne Schlitzung eines Thränenröhrchens, wenn es überhaupt noch möglich ist, sichert den Erfolg. Wo nicht längere Zeit Thränenträufeln bestanden hat, kann man auch darauf rechnen, dass nachher die normale Function der Thränenwege eintreten werde.

Bei chron. Thränensackentzündung mit beginnender oder schon weit gediehener Ausdehnung der vordern Wand ist nicht nur häufiges Ausdrücken gegen die Nase, oder wo diess nicht möglich, allenfalls nach Schlitzung eines Röhrchens, sondern auch das Verwenden eines länger anhaltenden oder permanenten Druckes sehr zu empfehlen. Schon DEMOURS und BEER be-

---

1) Schmidt's Jahrbücher. 77. Band und Ann. d'ocul. T. XXVII. p. 32.
2) Lehrb. 1817. II. 155.
3) Ann. d'ocul. T. LXI. p. 63.
4) Sur la cure radic. de la tumeur et de la fist. lacrym. par l'excision des conduits lacr. in Gaz. hebdom. 1858. Nr. 10.

dienten sich graduirter Compressen statt der von der Stirn her angebrachten Compressorien, z. B. des von Sharp, welches man bei Himly (1843 II) auf Tafel III abgebildet findet.

XXV. Operationen an der Thränendrüse.

§ 215. **Operationen an der Thränendrüse und deren Ausführungsgängen.**

a) Exstirpation der Thränendrüse. Handelt es sich um die Entfernung der obern Thränendrüse oder eines ihren Sitz oder ihre Nachbarschaft einnehmenden Neugebildes, so dürfte ein Bogenschnitt längs des Orbitalrandes unterhalb der Augenbraue (nach Halpin[1]; mitten durch die abrasirte Augenbraue) und zwar von der Mitte des obern bis gegen die Mitte des äussern Orbitalrandes hinreichenden Raum zur Entfernung des Krankhaften gewähren und im Allgemeinen nach den in § 164 und § 165 erörterten Grundsätzen vorzugehen sein.

Soll die untere Thränendrüse allein oder mit ihr zugleich auch die obere (durch eine Art Aponeurose davon getrennte) entfernt werden, was wohl kaum mit vollständiger Erhaltung des Uebergangstheiles der Bindehaut, auf welchem diese Portion der Drüse so zu sagen unmittelbar aufsitzt, möglich sein dürfte, so wird man sich den Zugang dazu am besten vom *Fornix conjunctivae* aus bahnen, indem man die äussere Commissur zunächst nach aussen schlitzt und den Schnitt dann bogenförmig nach aussen-oben verlängert.

Die Anzeige zu dieser Operation können verschiedene Neoplasmen geben, welche die Thränendrüse selbst oder deren Umgebung (in der Orbita) einnehmen. Sie wegen Krankheiten der Thränen ableitenden Organe vorzunehmen, um lästigem Thränenträufeln abzuhelfen, wie diess Bernard[2], Textor jun.[3], Laurence[4] u. A. empfohlen haben, lässt sich wohl kaum rechtfertigen. Halpin (l. c.) fand nach Exstirpation einer entarteten (Hühnerei-grossen) Thränendrüse die Secretion von Thränen vermindert, nicht aufgehoben.

b) Operation der Thränendrüsenfistel. Bowman[5] versieht einen starken Seidenfaden mit zwei krummen Nadeln, führt die eine in die Fistelöffnung und dann oberhalb des Tarsus durch die Wand der Fistel in die Conjunctiva; die zweite ebenso eingeführte Nadel wird in der Conjunctiva 4—5 Mm. von der ersten entfernt ausgestochen. Die Fäden werden nun geknüpft, durch den äussern Winkel herausgelegt und an der Haut durch Pflaster befestigt. Der Faden bleibt 8—14 Tage lang liegen, bis die Fistel eine bleibende Oeffnung gegen den Bindehautsack hin erlangt hat; alsdann sucht man die äussere Fistel zum Schliessen zu bringen (Anfrischen der Ränder und Sutur). Alfred Gräfe[6])

---

1) Ann. d'ocul. XIX. p. 159.
2) Revue médic. Déc. 1843 und Ann. d'ocul. X. p. 193.
3) Walther und Ammon, Journ. für Chir. und Aug. VI. u. VII. B.
4) Pariser ophthalmol. Congr. 1867.
5) Ophth. hosp. report. I. p. 286.
6) A. f. O. VIII. a. 279.

sah sich in einem Falle, wo sich die Fistel zeitweilig schloss und dann immer Entzündung der Umgebung verursachte, schliesslich bemüssigt, die Thränendrüse zu exstirpiren. In diesem Falle war die Fistel nach der (unvollständigen) Exstirpation einer Balggeschwulst vor der Thränendrüse entstanden.

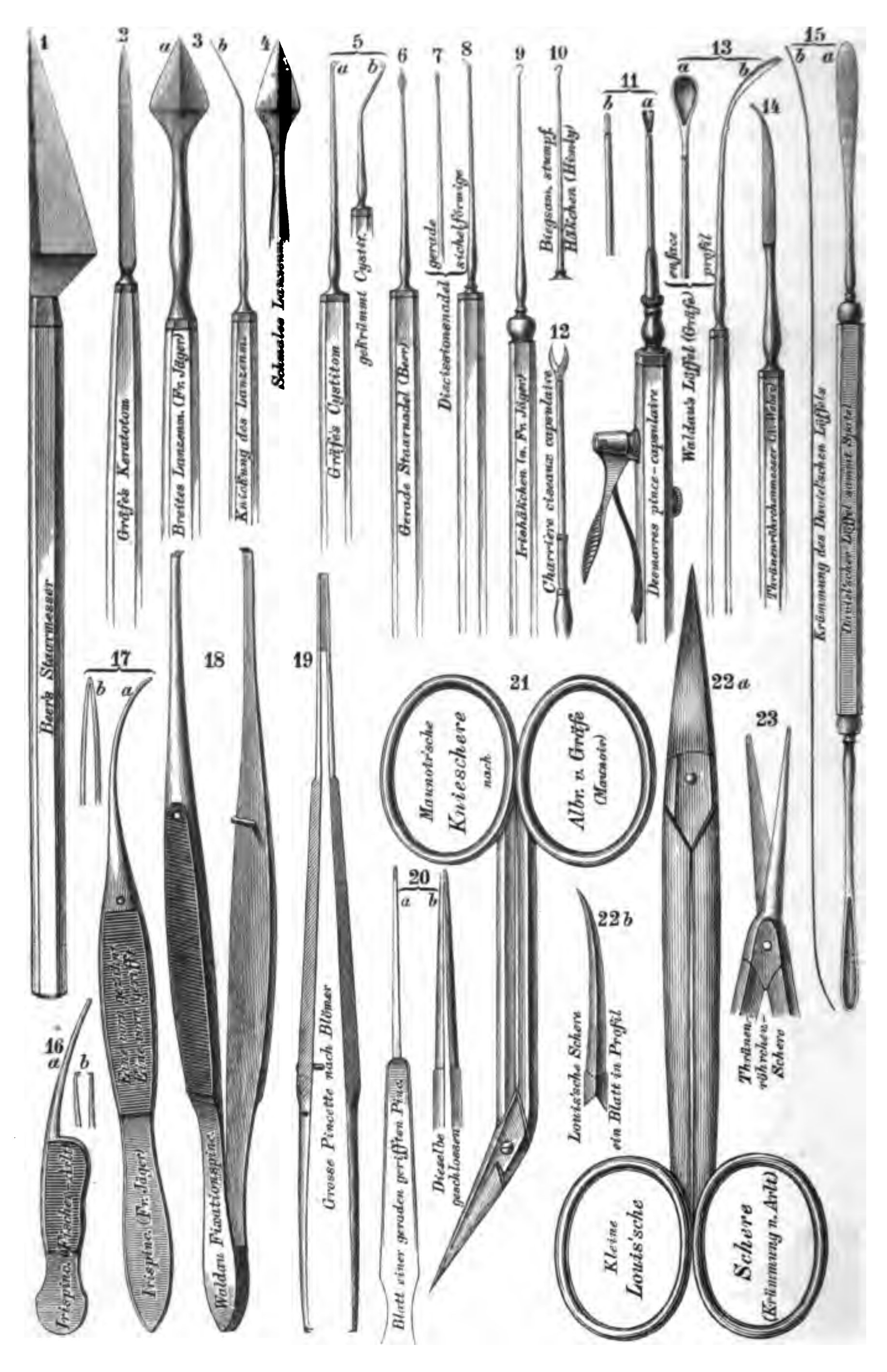
c) Bei Dakryops ist es am besten, von dem Bindehautsacke aus ein Stück aus der blasenförmigen Geschwulst zu exstirpiren und dadurch eine bleibende Oeffnung für den freien Abfluss der Thränen zu erhalten. Nach dieser Excision zieht man einen Faden durch die collabirte Wand, indem man ihn einige Millimeter von der Einstichsöffnung entfernt wieder aussticht, leicht zusammenschnürt und wie bei BOWMAN's Verfahren längere Zeit liegen lässt. [1])

---

1) GRÄFE, A. f. O. VII. b. 1. HULKE u. BOWMAN in Ann. d'ocul. XLIII. 36.

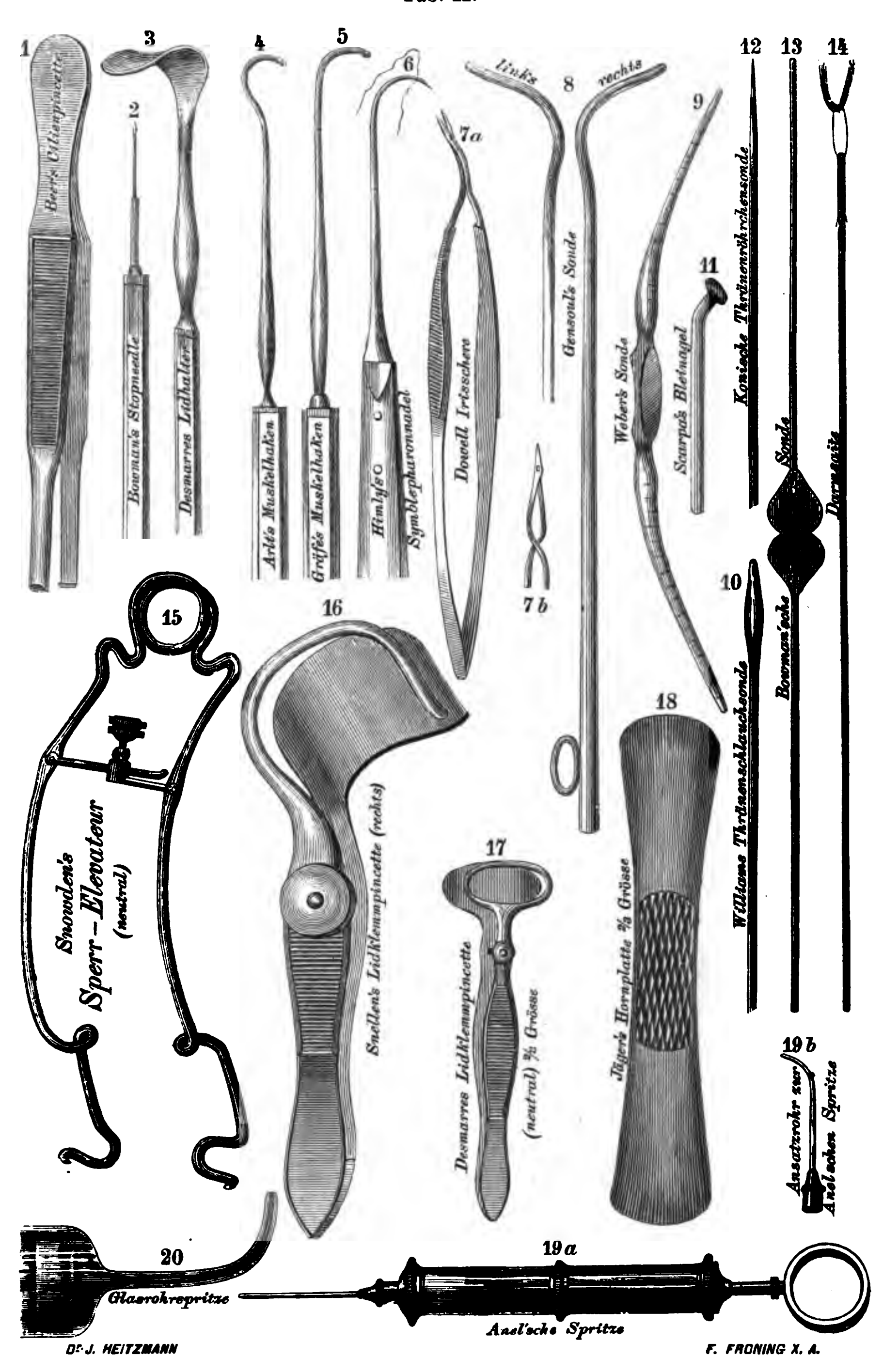
Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Tab. I.



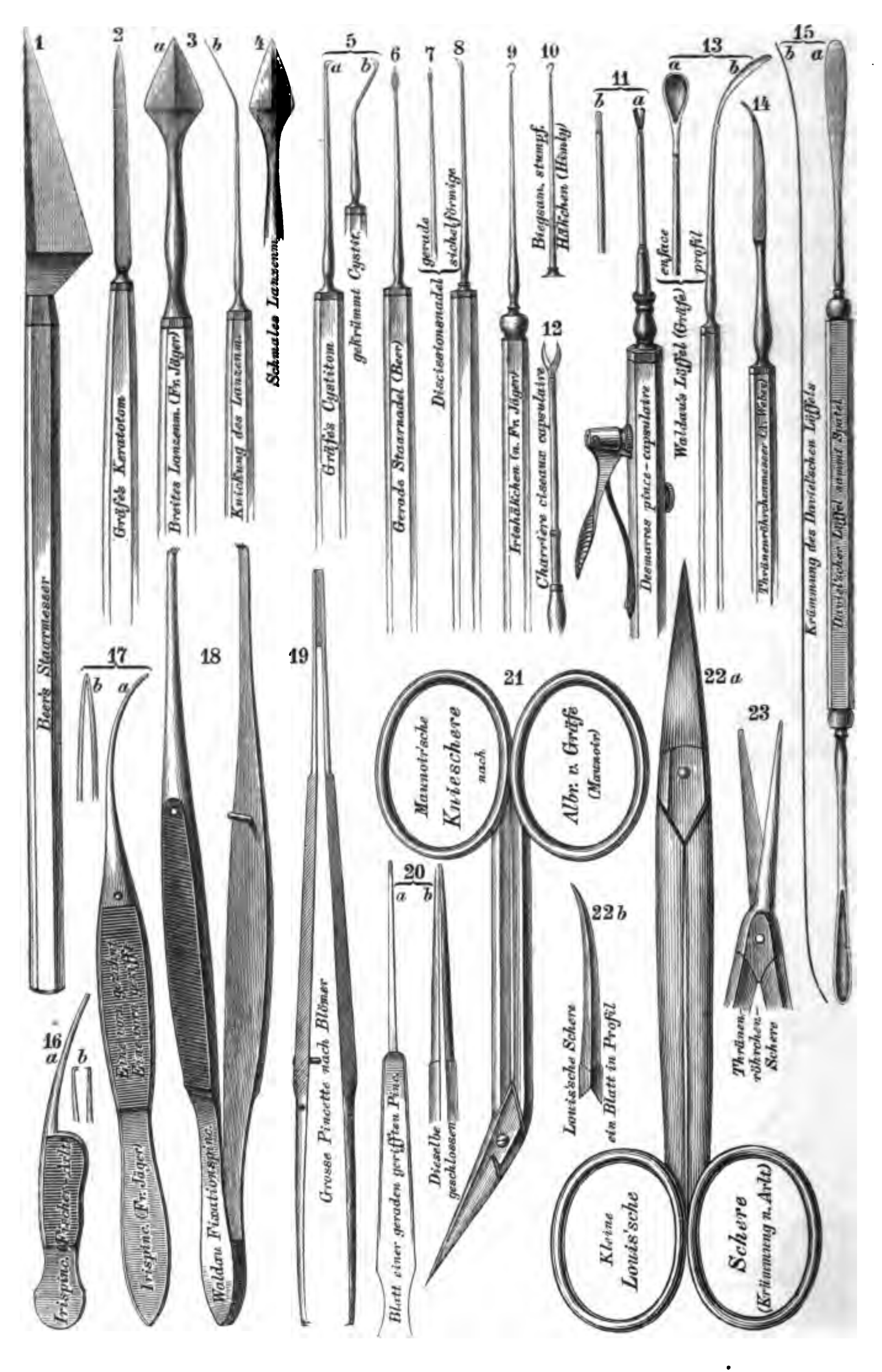
Beer's Staarmesser
Gräfe's Keratotom
Breites Lanzenm. (Fr. Jäger)
Knickung des Lanzenm.
Gräfe's Cystitom
gekrümmt Cystit.
Gerade Staarnadel (Beer)
Discisionsnadel
gerade
sichelförmige
Irishäkchen (n. Fr. Jäger)
Biegsam, stumpf
Häkchen (Himly)
Charrière ciseaux capsulaire
Desmarres pince-capsulaire
Waldau's Löffel (Gräfe)
en face
profil
Thränenröhrchenmesser (v. Weber)
Krümmung des Daviel'schen Löffels
Daviel'scher Löffel sammt Spatel
Irispinc. (Fr. Jäger)
Waldau Fixationspinc.
Grosse Pincette nach Blömer
Blatt einer geraden geriffelten Pinc.
Dieselbe geschlossen
Maunoir'sche Knieschere nach
Albr. v. Gräfe (Maunoir)
Louis'sche Schere ein Blatt in Profil
Kleine Louis'sche
Schere (Krümmung n. Arlt)
Thränenröhrchen-Schere

Tab. II.

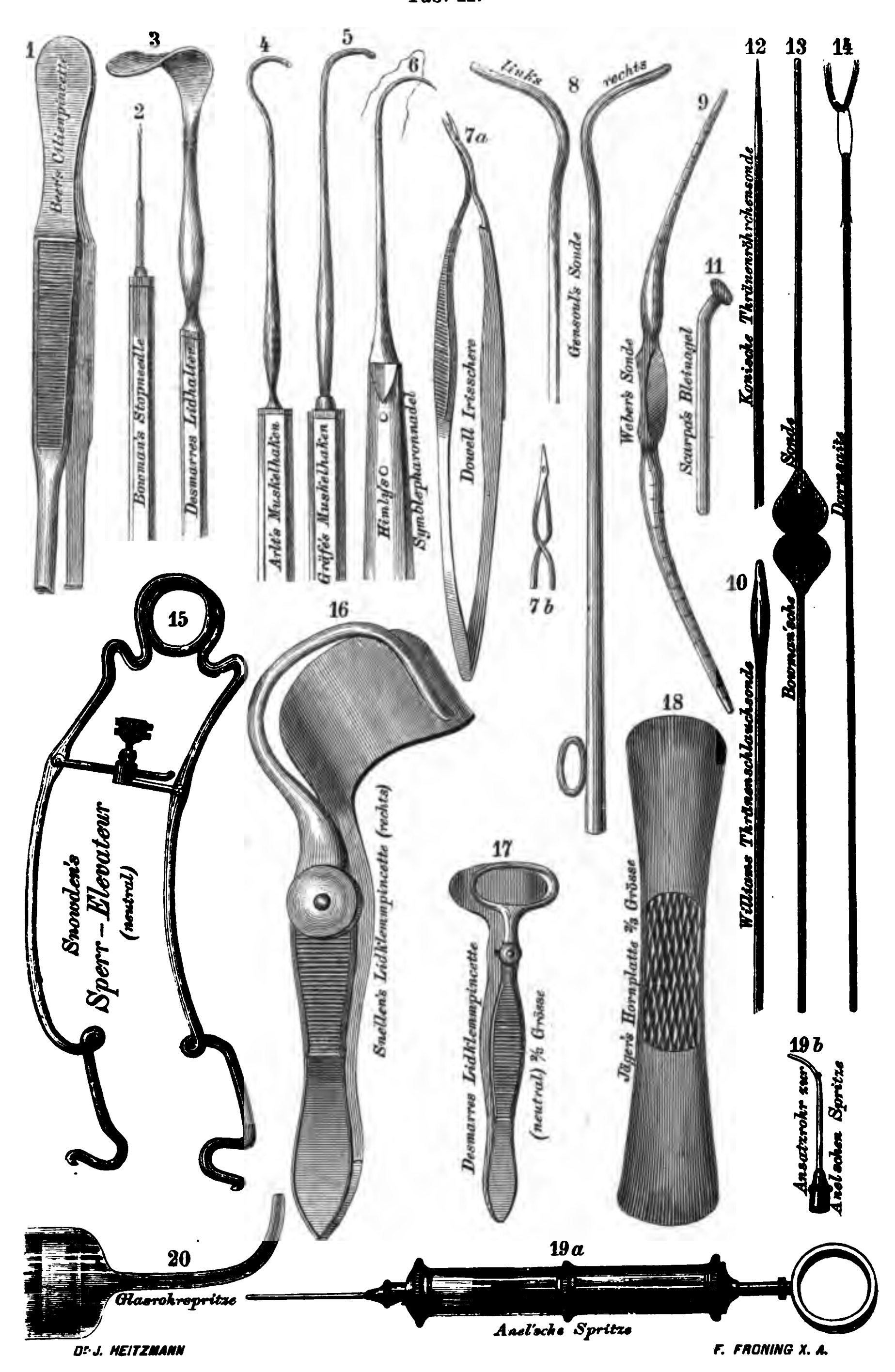


1
Beer's Cilienpincette
2
Bowman's Stopneedle
3
Desmarres Lidhalter
4
Arlt's Muskelhaken
5
Gräfe's Muskelhaken
6
Himly's
Symblepharonnadel
7a
Dowell Irisschere
7b
links
8
rechts
Gensoul's Sonde
9
Weber's Sonde
10
Williams Thränenschlauchsonde
11
Scarpa's Bleinagel
12
Konische Thränenröhrchensonde
13
Bowman'sche Sonde
14
Darmsaite
15
Snowden's
Sperr-Elevateur
(neutral)
16
Snellen's Lidklemmpincette (rechts)
17
Desmarres Lidklemmpincette
(neutral) ⅔ Grösse
18
Jäger's Hornplatte ⅔ Grösse
19a
Anel'sche Spritze
19b
Ansatzrohr zur Anel'schen Spritze
20
Glasrohrspritze
DR J. HEITZMANN
F. FRONING X. A.

Tab. I.



1
Beer's Staarmesser
2
Gräfe's Keratotom
3 a b
Breites Lanzenm. (Fr. Jäger)
Knickung des Lanzenm.
4
Schmales Lanzenm.
5 a b
Gräfe's Cystitom
gekrümmt Cystit.
6
Gerade Staarnadel (Beer)
7 8
Discissionsnadel
gerade
sichelförmige
9
Irishäkchen (n. Fr. Jäger)
10
Biegsam. stumpf.
Häkchen (Himly)
11 b a
Desmarres pince-capsulaire
12
Charrière ciseaux capsulaire
13 a b
Waldau's Löffel (Gräfe)
en face
profil
14
Thränenröhrchenmesser (A. Weber)
15 b a
Krümmung des Daviel'schen Löffels
Daviel'scher Löffel sammt Spatel
16 a b
Irispinc. (Fischer, Arlt)
17 b a
Irispinc. (Fr. Jäger)
18
Waldau Fixationspinc.
19
Grosse Pincette nach Blömer
20 a b
Blatt einer geraden gerifften Pinc.
Dieselbe geschlossen
21
Maunoir'sche Knieschere nach
Albr. v. Gräfe (Maunoir)
22 a
22 b
Louis'sche Schere
ein Blatt in Profil
Kleine Louis'sche
Schere (Krümmung n. Arlt)
23
Thränen-röhrchen-Schere



Dr. J. HEITZMANN F. FRONING X. A.

